

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y
CONTROL DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MUEBLES PARA BAR Y
RESTAURANTE EN MAHE-MUEBLES.**

**SANDRA MILENA GONZÁLEZ NARANJO
ERIKA YINETH MAHECHA GONZÁLEZ**

**UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.**

2012

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y
CONTROL DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA BAR Y RESTAURANTE EN
MAHE-MUEBLES.**

**SANDRA MILENA GONZÁLEZ NARANJO
COD: 06272028
ERIKA YINETH MAHECHA GONZÁLEZ
COD: 062072061**

DIRECTOR: MSC. LEILA NAYIBE RAMÍREZ CASTAÑEDA

**UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.
2012**

HOJA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado sistema de planeación programación y control de la línea de producción de muebles para bar y restaurante en Mahe-muebles realizando por los estudiantes Sandra Milena González Naranjo y Erika Yineth Mahecha González con códigos 062072028 y 062072061 respectivamente, cumple con todos los requisitos legales exigidos por la Universidad Libre para optar título de Ingeniero Industrial.

Firma del director del proyecto

Firma del jurado

Firma del jurado

Fecha: Bogotá D.C, Octubre de 2012

DEDICATORIA

A:

Dios por colmarme de bendiciones, darme la vida y la oportunidad de cumplir cada meta propuesta en mi vida.

Mis padres José Antonio y Luz Amparo por proporcióname la oportunidad de ser profesional y brindarme apoyo incondicional en todo momento.

Mis hermanos John Freddy y Giovanni porque me han enseñado quien soy y que soy capaz de lograr.

Mis sobrinos para ser esa persona que les dé un ejemplo a seguir.

Ingeniero Luis Barriga por compartir sus conocimientos e inculcarme el sentido de la responsabilidad durante una etapa anterior a esta,

Mi compañera de proyecto ya que es un trabajo logrado en conjunto en el cual cada una puso su empeño y dedicación

Y amigos por acompañarme durante este largo proceso compartiendo cada momento importante de esta etapa que pronto termina.

A todos agradezco su apoyo y compañía. Hoy comparto con ustedes la felicidad de estar cerca a culminar esta etapa para iniciar una nueva como profesional.

Sandra Milena González Naranjo

DEDICATORIA

Agradeciendo a los esfuerzos realizados durante mi trayectoria profesional dedico este trabajo a mi familia principalmente a mis padres y mi hermana que fueron parte fundamental en mi formación mediante sus enseñanzas y experiencias permitiendo culminar una de mis principales metas.

Doy gracias a Dios por darme sabiduría y entendimiento los cuales fueron importantes para el desarrollo profesional y ético encaminándome a dar uno de los pasos más importantes para mi vida.

Erika Yineth Mahecha González

AGRADECIMIENTOS

El presente documento contiene la recopilación del esfuerzo de las autoras y el apoyo de personas quienes aportaron sus conocimientos y experiencia durante la realización del mismo. Agradecemos a:

Ingeniera Leila Nayibe Ramírez por compartir con nosotras su conocimiento y brindarnos apoyo en la realización del proyecto.

José Mahecha Romero gerente de la empresa Mahe-muebles por permitirnos entrar a sus instalaciones, compartir con nosotras su experiencia y estar dispuesto a aceptar nuestros cambios y recomendaciones.

Profesores que en determinado momento nos dieron las bases y la teoría para la aplicación de herramientas propias de la ingeniería industrial a la vida real.

Universidad Libre de Colombia por permitirnos utilizar sus recursos para la elaboración y culminación de este trabajo.

RESUMEN

Durante el desarrollo del estudio realizado en la empresa Mahe-muebles se efectúa una investigación con el fin de conocer trabajos similares realizados anteriormente referenciándose en trabajos de grado, investigaciones, revistas etc. Se analiza en la organización las áreas administrativa y operativa, principalmente la parte de producción conformada por la planta, los procesos de cada producto y las máquinas necesarias para su transformación lo cual permitió establecer los principales problemas gracias a la información brindada por la gerencia con respecto a las cantidades producidas y ventas de los principales productos.

Iniciando con el desarrollo del proyecto en primer lugar se realizó el diagnóstico con el fin de conocer detalladamente los problemas, recopilando información del sector maderero de nivel global a sectorial iniciando por la parte mundial pasando por Colombia, Departamento y terminando en la localidad en la cual se ubica la empresa. Posteriormente se procede a realizar entrevistas a los empleados indagando sobre fortalezas y debilidades de la organización las cuales fueron de gran importancia para estructurar la matriz DOFA y encaminarnos a los problemas más importantes en la organización. Se realizó el diagrama de causa y efecto con el fin de conocer las causas de la pérdida de clientes, diagramas de Pareto para establecer los productos que tienen mayor demanda y lograr implementar el sistema con respecto a los resultados arrojados. Se seleccionan el Butaco Lápiz y el Taburete para trabajar en base a ellos debido a que representan un porcentaje del 69% de las ventas. De los 2 productos elegidos se realiza de cada uno toma de tiempos estableciendo los tiempos estándar, diagramas de proceso, diagramas de dispersión para establecer métodos de los respectivos pronósticos y se finaliza con la solución de los pronósticos mediante el programa de MINITAB.

Gracias a la información recopilada en el diagnóstico se identifican las técnicas de planeación programación y control adecuados a las condiciones de la organización. Se realiza la planeación agregada con el fin de determinar necesidades a nivel de inventarios, producción y mano de obra escogiendo la técnica de promedio de producción constante fabricando los dos productos en conjunto. Se desarrolla la planeación de requerimiento de materiales (MRP) para programar las cantidades de las partes que componen los productos implementando la estrategia de lote por lote (LFL). Se efectúa la programación en base a la maquinaria con el fin de establecer el orden de las operaciones de los productos donde se determinó la técnica para fabricar los dos productos de manera simultánea. Por último se realiza el control del MRP con el fin de conocer el funcionamiento de la planeación. Cabe resaltar que en el momento de realizar la programación se está generando un control casi inmediato.

Se analizan los resultados y los costos que fueron útiles para determinar las herramientas de implementación del sistema. Finalmente se aportan las

recomendaciones necesarias para retroalimentar la planeación, programación y control y las conclusiones que verifican que los objetivos propuestos se hayan cumplido.

PALABRAS CLAVES

Producción, estrategias, planeación, programación, control.

ABSTRACT

During the course of study in the furniture business Mahe-muebles is made to meet similar work done previously in work support us degree, research, magazines etc. Organization discussed in administrative and operational areas, mainly the production made in the plant, the processes of each product machines required for processing which allowed establishing the main problems through the information provided by management by the quantities produced and sales of products

Starting with the development of the project, a diagnostic was made to determine in detail the problems, gathering information from global timber sector starting with the world through Colombia, and ending in the town in which the company is located. Then proceed to conduct employee interviews asking about strengths and weaknesses of the organization which were of great importance to the DOFA matrix structure, and find the most important problems in the organization. We performed cause and effect diagram to determine the causes of the loss of customers, Pareto charts to establish the products are in greater demand and successfully implement the system with respect to the results. Are selected Butaco lapis and Taburete to work based on them because they represent a percentage of 69% of sales. Of the two selected products is performed each time establishing standard times, process diagrams, and scatter diagrams to establish the respective forecasting methods and ends with the solution of forecasts by Minitab program.

With the information gathered in the diagnostic techniques identify planning programming and control appropriate to the conditions of the organization. Aggregate planning is performed to determine the level of inventory needs, labor and production selecting the averaging technique of producing constant output the two products together. It develops the material requirements planning (MRP) to program the sums of the parts that make the products implementing the strategy of every consignment (LFL). Programming is performed based on the machine to establish the order of operations for products where the technique was determined by two products are manufactured simultaneously. Finally control is performed MRP to know the functioning of planning. Significantly, at the time of programming is being generated almost immediate control.

The results are analyzed and the costs that were useful to determine the system deployment tools. Finally it provides the necessary recommendations for feedback about planning, programming and control findings that verify that the objectives are met.

KEYWORDS

Production, strategies, planning, programming, control.

TABLA DECONTENIDO

INTRODUCCIÓN	21
JUSTIFICACIÓN	23
1 GENERALIDADES	24
1.1 PROBLEMA	24
1.1.1 Descripción del problema	24
1.1.2 Formulación del problema	28
1.2 OBJETIVOS	28
1.2.1 General	28
1.2.2 Específicos	28
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO	28
1.3.1 Metodología	29
2 MARCO REFERENCIAL	34
2.1 EMPRESA Y SECTOR	34
2.2 ANTECEDENTES	34
2.3 MARCO TEÓRICO	37
2.4 MARCO CONCEPTUAL	49
3 DESARROLLO DEL PROYECTO	56
3.1 DIAGNÓSTICO	56
3.1.1 DOFA	56
3.1.2 Diagrama de causa y efecto	80
3.1.3 Análisis de productos	64
3.1.4 Diagramas de Pareto	68
3.2 TÉCNICASDE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL	74
3.2.1 Diagrama de planta	74
3.2.2 Descripción de los procesos de los productos seleccionados	76
3.2.3 Toma de tiempos	78
3.2.4 Diagramas de proceso	84
3.2.5 Simulación	106
3.2.6 Gráficas de dispersión	115
3.2.7 Pronósticos	119
3.3 ANÁLISIS DE COSTOS CON RESPECTO A LA IMPLEMENTACIÓN	129
3.3.1 Planeación agregada	129
3.3.2 Planeacion de requerimiento MPR	157
3.4 IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN	188
3.4.1 Programación de la producción	188
3.4.2 Control del requerimiento de materiales MRP	204

4	ANÁLISIS DE RESULTADOS	223
	CONCLUSIONES	253
	RECOMENDACIONES	255
	BIBLIOGRAFÍA	256
	CIBERGRAFÍA	257
	ANEXOS	260

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Ventas 2011	24
Cuadro 2. Cantidad de muebles según la línea	25
Cuadro 3. Técnicas para la recolección de la información	31
Cuadro 4. Marco legal y normativo del proyecto.	32
Cuadro 5. Matriz dofa	37
Cuadro 6. Casos de evaluación de control	46
Cuadro 7. Reglas de prioridad más empleadas	46
Cuadro 8. Empresas en Rafael Uribe según sector económico	62
Cuadro 9. Oportunidades y amenazas	63
Cuadro 10. Fortalezas y debilidades	63
Cuadro 11. Datos para diagrama de Pareto año 2009	68
Cuadro 12. Datos para diagrama de Pareto año 2010	70
Cuadro 13. Datos para diagrama de Pareto año 2011	71
Cuadro 14. Datos para diagrama de Pareto	73
Cuadro 15. Tolerancias o suplementos de la OIT	79
Cuadro 16. Suplementos escogidos para el presente trabajo	81
Cuadro 17. Formato tiempos del Butaco parte superior	83
Cuadro 18. Tiempos estándar Butaco	84
Cuadro 19. Tiempos estándar Taburete	84
Cuadro 20. Ventas para Butaco	115
Cuadro 21. Ventas Taburete	117
Cuadro 22. Promedio móvil - indicadores de pronóstico Butaco.	122
Cuadro 23. Promedio móvil- pronósticos Butaco	123
Cuadro 24. Resultados obtenidos Butaco (Promedio móvil)	123
Cuadro 25. Promedio móvil - indicadores de pronóstico Taburete.	125
Cuadro 26. Promedio móvil- pronósticos Taburete	125
Cuadro 27. Resultados obtenidos Taburete (Promedio móvil).	125
Cuadro 28. Comparación de resultados de los tipos de pronósticos	127
Cuadro 29. Pronósticos de 5 meses consecutivos	128
Cuadro 30. Formato control de MRP	129
Cuadro 31. Información para la planeación agregada (Butaco)	134
Cuadro 32. Resultados de promedio producción constante (Butaco lápiz)	137
Cuadro 33. Resultados promedio producción constante (Taburete)	138
Cuadro 34. Resultados promedio producción constante (Butaco + Taburete)	139
Cuadro 35. Comparación promedio producción constante	140

Cuadro 36. Resultados tiempo regular constante (Butaco)	142
Cuadro 37. Resultados tiempo regular constante (Taburete)	143
Cuadro 38. Resultados tiempo regular constante (Butaco+ Taburete)	144
Cuadro 39. Comparación tiempo regular constante	145
Cuadro 40. Costos promedio de producción constante. (Butaco)	147
Cuadro 41. Costos promedio de producción constante. (Taburete)	148
Cuadro 42. Costos promedio de producción constante. (Butaco +Taburete)	149
Cuadro 43. Comparación de costos promedio producción constante	150
Cuadro 44. Costos para tiempo regular constante de los empleados (Butaco)	152
Cuadro 45. Costos para tiempo regular constante Taburete	153
Cuadro 46. Costos para tiempo regular constante (Butaco+ Taburete)	154
Cuadro 47. Comparación de costos por tiempo regular constante de los empleados	155
Cuadro 48. Datos (Lista de materiales) Butaco	158
Cuadro 49. Datos (Lista de materiales)	160
Cuadro 50. Costos necesarios para calcular MRP (Butaco)	161
Cuadro 51. Costos necesarios para calcular MRP (Taburete)	162
Cuadro 52. Identificación plan maestro Butaco	167
Cuadro 53. Lista de materiales 2 (Butaco)	168
Cuadro 54. Programa maestro de producción (Butaco)	169
Cuadro 55. Inventario (Butaco)	170
Cuadro 56. Capacidad Butaco	171
Cuadro 57. Reporte mediante la técnica de pedido fijo (Butaco)	172
Cuadro 58. Liberación orden de planificación del Butaco	180
Cuadro 59. Costos MRP mediante la técnica POQ (Butaco)	181
Cuadro 60. Resumen técnicas de órdenes planeadas (Butaco)	182
Cuadro 61. Resumen técnicas de órdenes planeadas (Taburete)	184
Cuadro 62. Costo de las técnicas de órdenes planeadas (Butaco)	185
Cuadro 63. Costo de las técnicas de órdenes planeadas (Taburete)	186
Cuadro 64. Relación de trabajos y máquinas de Butaco	191
Cuadro 65. Relación de trabajos y máquinas de Taburete	192
Cuadro 66. Formato de introducción de datos para WinQSB	196
Cuadro 67. Datos para programación simultánea con tiempos unitarios	197
Cuadro 68. Resultados para programación simultánea con tiempos unitarios	197
Cuadro 69. Resultados programación con tiempos unitarios	199
Cuadro 70. Tiempos para total de producción 83 Butacos y 118 del Taburetes	199
Cuadro 71. Resultados programación con tiempos para el total de producción	199
Cuadro 72. Comparación de resultados 4 programaciones	200

Cuadro 73. Tiempo de trabajo para programación simultánea con tiempos totales	203
Cuadro 74. Utilización de máquinas para programación simultánea con tiempos totales.	203
Cuadro 75. Reporte mes 1 del Butaco	205
Cuadro 76. Reporte mes 1 del Taburete	206
Cuadro 77. Ventas pronosticas de los 5 períodos.	207
Cuadro 78. Plan de implementación del sistema de planeación programación y control	208
Cuadro 79. Actividades del plan de implementación del sistema de planeación programación y control	221
Cuadro 80. Ventas de los productos estrella	224
Cuadro 81. Propuesta de ubicación de maquinaria	226
Cuadro 82. Resultados del método suavización exponencial simple	231
Cuadro 83. Comparación (Estrategias de planeación agregada)	232
Cuadro 84. Costos de las estrategias de planeación agregada	234
Cuadro 85. Técnica de promedio de producción constante de dos productos	235
Cuadro 86. Cantidades programas por estrategias (5 períodos)	236
Cuadro 87. Cantidades programas por estrategias (5 períodos)	238
Cuadro 88. Cantidad programada y costos totales de la técnica (LFL).	239
Cuadro 89. Programa maestro de producción (Butaco y Taburete)	240
Cuadro 90. Tiempo total de programación	241
Cuadro 91. Porcentaje de utilización de máquinas con respecto al tiempo total	241
Cuadro 92. Datos implementación de 2 sierras	243
Cuadro 93. Datos para programación simultánea con tiempos totales	245
Cuadro 94. Resultados para programación simultánea con tiempos totales 2 máquinas nuevas	245
Cuadro 95. Nuevo porcentaje de utilización de máquinas con respecto al tiempo total	247
Cuadro 96. Comparación de ventas reales vs pronósticos	251

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Planta actual	26
Figura 2. Organización de materia prima	26
Figura 3. Desperdicio materia prima.	27
Figura 4. Producción Butaco lápiz	27
Figura 5. Mapa de ubicación	29
Figura 6. Proceso de planificación y control de la producción	42
Figura 7. Muebles de madera en la localidad Rafael Uribe	62
Figura 8. Diagrama causa y efecto	64
Figura 9. Diagrama de planta	75
Figura 10. Recorrido de producto en el área de trabajo	76
Figura 11. Parte superior Butaco lápiz	77
Figura 12. Parte inferior Butaco lápiz	77
Figura 13. Partes de un Taburete	78
Figura 14. Diagrama de flujo de proceso Butaco lápiz parte superior	85
Figura 15. Diagrama de flujo de proceso Butaco lápiz soporte parte superior	88
Figura 16. Diagrama de flujo de proceso Butaco lápiz parte inferior	90
Figura 17. Diagrama de flujo de proceso Butaco lápiz soporte parte inferior	93
Figura 18. Diagrama de flujo de proceso Butaco lápiz ensamble	95
Figura 19. Diagrama de flujo proceso del Taburete parte trasera cuerpo	97
Figura 20. Diagrama de flujo proceso del Taburete parte trasera soporte	99
Figura 21. Diagrama de flujo proceso del Taburete asiento	101
Figura 22. Diagrama de flujo proceso del Taburete parte delantera	103
Figura 23. Diagrama de flujo proceso del Taburete ensamble	105
Figura 24. Diagrama de flujo de ARENA	107
Figura 25. Simulación Butaco	114
Figura 26. Simulación Taburete	114
Figura 27. Diagrama de flujo MINITAB	120
Figura 28. Diagrama de flujo planeación agregada WinQSB	130
Figura 29. Lista de materiales (Butaco)	157
Figura 30. Lista de materiales Taburete	159
Figura 31. Diagrama de flujo MRP WinQSB	163
Figura 32. Secuencia de maquinaria para copete (Butaco)	188
Figura 33. Secuencia de maquinaria para asiento (Butaco)	188
Figura 34. Secuencia de maquinaria para soporte 1 (Butaco)	189
Figura 35. Secuencia de maquinaria para soporte 2 (Butaco)	189
Figura 36. Secuencia de maquinaria para cuerpo (Taburete)	189

Figura 37. Secuencia de maquinaria para asiento (Taburete)	190
Figura 38. Secuencia de maquinaria para soporte 1 (Taburete)	190
Figura 39. Secuencia de maquinaria para soporte 2 (Taburete)	190
Figura 40. Diagrama de flujo programación por WinQSB.	193
Figura 41. Diagrama de planta con ubicación propuesta	225
Figura 42. Asiento en triple	227
Figura 43. Asiento ensamblado	227
Figura 44. Sierra 2	242
Figura 45. Sierra 3	242

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Producción de muebles en el mundo	59
Gráfica 2. Cantidad de productos fabricados año 2009	65
Gráfica 3. Cantidad de productos fabricados año 2010	66
Gráfica 4. Cantidad de productos fabricados año 2011	67
Gráfica 5. Diagrama de Pareto año 2009	69
Gráfica 6. Diagrama de Pareto año 2010	71
Gráfica 7. Diagrama de Pareto año 2011	72
Gráfica 8. Diagrama de Pareto año 2012	74
Gráfica 9. Ventas mensuales (Butaco 2012)	116
Gráfica 10. Ventas mensuales (Taburete 2012)	118
Gráfica 11. Promedio móvil Butaco	124
Gráfica 12. Promedio móvil Taburete	126
Gráfica 13. Comparación promedio producción constante	141
Gráfica 14. Comparación tiempo regular constante	146
Gráfica 15. Comparación de costos promedio de producción constante	151
Gráfica 16. Comparación de costos tiempo regular constante	156
Gráfica 17. Técnicas de órdenes planeadas por meses (Butaco)	183
Gráfica 18. Técnicas de órdenes planeadas por meses (Taburete)	185
Gráfica 19. Costo totales por órdenes planeadas (Butaco)	187
Gráfica 20. Costo totales por órdenes planeadas (Taburete)	187
Gráfica 21. Diagrama por trabajo para programación simultánea con tiempos unitarios	201
Gráfica 22. Diagrama por máquina para programación simultánea con tiempos unitarios	202
Gráfica 23. Utilización de máquinas para programación simultánea con tiempos totales	204
Gráfica 24. Porcentaje de cumplimiento de las actividades	222
Gráfica 25. Utilización de recursos Butaco	228
Gráfica 26. Utilización de recursos Taburete	229
Gráfica 27. Cantidades aprovechadas (Butaco)	230
Gráfica 28. Cantidades aprovechadas (Taburete)	230
Gráfica 29. Utilización de máquinas para programación simultánea con tiempos totales de producción con 2 máquinas nuevas	248

Gráfica 30. Diagrama por trabajo para programación simultánea con tiempos unitarios	249
Gráfica 31. Diagrama por máquina para programación simultánea con tiempos unitarios	250

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Comercio de muebles de madera en colombia	60
Tabla 2. Participación de muebles de madera por departamento	61
Tabla 3. Guía para determinar número de ciclos	78
Tabla 4. Resumen de las fortalezas y debilidades.	223

LISTA DE ANEXOS

Anexos A. Entrevistas	260
Anexos B. Tablas datos de ventas años 2009. 2010 y 2011	265
Anexos C. Tiempos	271
Anexos D. Pronósticos	277
Anexos E. Planeación de requerimientos de materiales MRP	285
Anexos F. Planeación agregada	307
Anexos G. Programación	309
Anexos H. Reporte control.	327
Anexos I. Carta de los estudiantes dirigida al comité de proyectos	331
Anexos J. Carta de aceptación de la empresa	332
Anexos K. Carta de aceptación de responsabilidad del director del proyecto de grado	333

INTRODUCCIÓN

El proyecto titulado implementación de un sistema de planeación, programación y control de la línea de producción de muebles para bar y restaurante en Mahe-muebles se realiza con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera de ingeniería industrial en la Universidad Libre de Colombia y al mismo tiempo generar soluciones a la empresa que carece de las respectivas técnica de producción.

Se observaron falencias en el área de producción las cuales se busca solucionar mediante el desarrollo de este trabajo. Se inicia con el análisis de la compañía a nivel general identificando las características del sector a nivel mundial, del país y de la localidad a la que pertenece. Utilizando herramientas de recolección de datos como las entrevistas y la observación se centra la atención en el área de producción identificando las causas de mayor peso para los problemas presentes, en base a los resultados obtenidos de esta etapa se realiza la matriz DOFA y el diagrama de pescado correspondiente.

Debido a que el presente proyecto es de un sistema de planeación, programación y control los pasos a seguir se realizan con el fin de determinar las técnicas correspondientes a aplicar por lo cual se realiza la determinación de los productos estrella de la compañía mediante la recolección de datos históricos todas de la demanda de todas las referencias producidas, en base a los cuales se realizan los respectivos diagramas de Pareto, análisis de peso con respecto a las ventas mensuales de los últimos 3 años. Teniendo los productos estrella se procede a conocer el comportamiento de la producción por lo cual se realiza reconocimiento del proceso, toma de tiempos, determinación de tiempo estándar de cada operación, diagrama de flujo de procesos y simulación mediante el programa ARENA.

Posteriormente se realizan diagramas de dispersión para determinar la tendencia o estacionalidad del comportamiento de la demanda, en base a esto se determinan los pronósticos para 5 meses de cada producto con diferentes métodos apoyados en el programa MINITAB.

Con base a los datos obtenidos anteriormente se establecen las técnicas de planeación, programación y control que se aplicaran en el área de producción de la empresa, utilizando diversas estrategias en cada etapa para analizar y escoger con respecto a las condiciones de la compañía las acciones adecuadas. Con la demanda pronosticada se utiliza el programa WinQSB iniciando con la planeación

agregada la cual se realiza a mediano plazo; posteriormente se realiza la planeación de requerimiento de materiales donde se utilizó la respectiva lista de materiales para cada producto. Se evalúan costos de la implementación de estas técnicas con el fin de tomar decisiones.

Se realiza programación de operaciones y maquinaria con el programa WINQSB teniendo en cuenta la secuencia normal que sigue el producto en proceso para su transformación dando a conocer diagrama de Gantt por operación y por máquinas. Finalmente se establecen estrategias de control para realizar la respectiva revisión del sistema.

El proyecto se realiza en el área de producción estableciendo el diagnóstico para determinar las herramientas y proceder a implementar sistema de planeación, programación y control.

La implementación del proyecto se ejecuta generando cambios dentro de la compañía, concientizando a los empleados y al gerente de que al realizar sus actividades de formas diferentes obtienen y generan beneficios comunes; Se adicionaron máquinas, estandarizaron procesos, entre otras actividades; debido al tiempo destinado a la realización de proyecto algunas acciones de la implementación no fueron culminadas en su totalidad por lo cual se genera un plan con las actividades realizadas y a las que se compromete el gerente de la compañía el fin de generar continuidad en el proyecto.

JUSTIFICACIÓN

Las empresas encargadas de la transformación de la materia prima, localizan sus principales problemas en el área de producción ya que no implementan las adecuadas herramientas, métodos o técnicas útiles para mejorar la optimización de sus recursos y disminución de costos.

La empresa presenta falencias en el área de producción con respecto a la planeación, programación y control evidenciando problemas de pérdidas de clientes, retrasos en los pedidos, organización y desperdicio de materia prima generando inconformidad en los clientes y el gerente de la organización.

Se realiza el presente proyecto con el fin de minimizar inconvenientes presentados en el área y generar beneficios económicos y posicionamiento de la empresa mediante la implementación de herramientas propias de la ingeniería industrial, las cuales son base fundamental en el desarrollo del sistema de planeación, programación y control.

1 GENERALIDADES

1.1 PROBLEMA

1.1.1 Descripción del problema. Mahe- muebles es una microempresa constituida legalmente como persona natural, ubicada en la localidad Rafael Uribe Uribe). Fundada hace 17 años por José Mahecha Romero quien se ha dedicado a fabricar muebles para bar y restaurante en madera como pino (*Pinussylvestris l*), sapan (*Clathrotropisbrunneaamshoff*) y puy (*Tabebuiachrysantha*). Su estrategia de producción es fabricación contra pedido y por posicionamiento de proceso es producción continua (Flujo en lote); actualmente cuenta con 6 empleados que se encargan de transformar la materia prima. La empresa utiliza técnicas tradicionales y empíricas en la realización del producto lo que genera problemas en el área de producción como lo son:

- Se presentan retrasos en los pedidos: Esto se debe a que no se encuentran disponibles maquinaria y mano de obra, que suplan la demanda trayendo como consecuencia la disminución de ventas en un 10% aproximadamente con primer período de 2010 con respecto al 2 período del mismo año.

Cuadro 1.Ventas 2011

Período	Ventas	%
1 Período 2010	35700000	55%
2 Período 2010	29107000	45%
Total	64807000	100%
Disminución en ventas		10%

Fuente: Empresa Mahe-muebles.2011

- Existen retrasos en las etapas del proceso: No cuenta con herramientas de optimización de procesos que eliminen las demoras en las respectivas etapas las cuales el número de productos que fabrican han bajado (Ver Cuadro 2) en el primer período 2010 con respecto a 2 del mismo año.

Cuadro 2.Cantidad de muebles según la línea

Tipo de mueble	Cantidad		Total	% Diferencia
	2010	2011		
Butaco	747	745	1492	0,13%
Taburete	463	352	815	13,62%
Butaco lápiz de 80	54	57	111	-2,70%
Mesa de 60*60	80	22	102	56,86%
Mesa de 70*70	65	136	201	-35,32%
Juego bar	142	8	150	89,33%

Fuente: Empresa Mahe-muebles. 2011

- Falta distribución de planta: La microempresa cuenta con un área 144,5m² y se observa que presenta problemas de organización de las máquinas y las herramientas que se utilizan en cada una de las fases de proceso.

Figura 1. Planta actual



Fuente: Mahe-muebles. 2011

- No hay control de inventarios de materias primas: Este problema surge debido a que compran madera de diferentes dimensiones y no encuentran las adecuadas herramientas para resolver su control ocasionado costos en el inventario.

Figura 2. Organización de materia prima



Fuente: Empresa Mahe-muebles. 2011

- Desperdicio de materias primas: Ocasionado por la inadecuada utilización de tablas y palos de diferentes dimensiones cuando se llevan a la máquina (Sierra o sinfín), trayendo como consecuencia mayores de costos directos de fabricación.

Figura 3. Desperdicio materia prima.



Fuente: Empresa Mahe-muebles. 2011

- No hay planeación de producción: Debido a que Mahe-muebles utiliza técnicas tradicionales no cuentan con herramientas que permitan determinar el número de unidades que se van a fabricar.

Figura 4. Producción butaca lápiz



Fuente: Empresa Mahe-muebles. 2011

1.1.2 Formulación del problema. ¿Qué estrategias debe generar la empresa con el fin de mejorar su sistema productivo en la línea de muebles para bar y restaurante en Mahe - muebles?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 General. Implementar un sistema de planeación, programación y control en la línea de producción de muebles para bar y restaurante en Mahe-muebles.

1.2.2 Específicos.

- Diagnosticar los problemas relacionados a la gestión de la planeación y programación que se presentan en la línea de producción de muebles para bar y restaurante.
- Determinar las técnicas de planeación, programación y control necesarias para la producción de la línea de muebles para bar y restaurante.
- Realizar análisis de costos con respecto a la implementación de las técnicas seleccionadas, identificando los beneficios que ofrecen a la línea.
- Desarrollar las técnicas de optimización en la gestión del sistema de planeación, programación y control propuesto en la línea de muebles para bar y restaurante en Mahe-muebles.

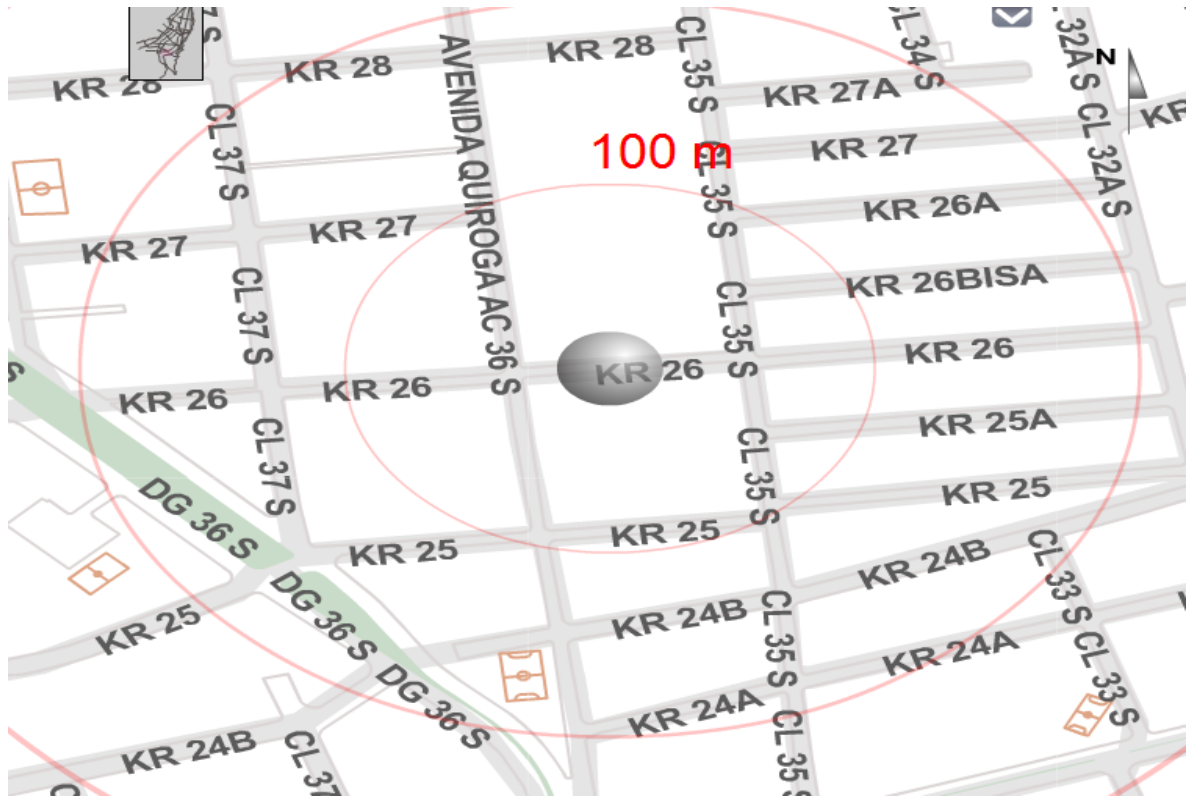
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

Tiempo: 10 meses 2011-2012.

Espacio: Área de producción línea para bar y restaurante de la Microempresa Mahe-muebles ubicada en la ciudad de Bogotá, localidad Uribe Uribe, barrio Bravo Páez, dirección Kr 26 C # 35B- 53 sur.

Temática: Implementación de un sistema de planeación, programación y control para la producción de Mahe-muebles.

Alcance: La investigación consta de la implementación de un sistema en el área de producción realizado en 4 partes; la primera realizar el diagnóstico de la empresa, la segunda determinar que herramientas se adecuan al proceso para su respectiva ejecución o simulación la tercera realizar un análisis con el fin de evaluar de resultados y finalmente la implementación de las técnicas escogidas.



Fuente: Tomado sitio distritales y comerciales.

[Online].<<http://www.bogota.gov.co/mad/buscador.php>> 2011

1.3.1 Metodología

- Tipo de investigación. Cualicuantitativa- Descriptiva- Estudio de Caso.
- *Investigación descriptiva:* Se realiza este tipo de investigación ya que el propósito del proyecto es identificar situaciones y actitudes predominantes en el área de estudio (Producción en Mahe-muebles), con el fin de describir actividades y procesos en la realización del producto, teniendo en cuenta las partes tecnológica, gerencial y operaria. El estudio requiere de la toma de datos y el

análisis de los mismos, resolviendo los problemas de la organización para generar soluciones que aportan el crecimiento de la misma.¹

- *Expresión de la investigación cualitativa y cuantitativa:* En el proceso de Investigación se tiene en cuenta datos numéricos con el fin de tomar las decisiones correspondientes y tener puntos de referencia; con respecto a las variables cualitativas se realizarán los estudios del proceso de fabricación teniendo en cuenta datos simbólicos y opiniones de los involucrados.²

- *Método de investigación.* Métodos a desarrollar en el proyecto:

- Método empírico- analítico: Se utiliza al describir las condiciones de la empresa partiendo de un fenómeno para luego proceder a revisar sus correlaciones. Como herramienta principal se utiliza la experiencia y conocimiento de los investigadores en las áreas de ingeniería industrial.³

- Método de observación científica: Para solucionar los problemas que se realizan en un estudio, es necesario utilizar la observación como mecanismo fundamental de toma de datos con fin de proponer soluciones factibles.

“Resulta extraño que nadie quiera ver en la observación el valor de servir de fuerza – ya sea positiva y negativa – sobre la opiniones, si acaso han de tener algún valor” Charles Darwin⁴

- Método sistémico: La simulación como herramienta de evaluación tiene como fin demostrar la efectividad de los resultados del estudio.⁵

- Método sintético: Se analiza por separado las condiciones del área de producción para generar un sistema que proporcione el funcionamiento adecuado de los procesos.⁶

- Método de inducción científica: Teniendo en cuenta todos los factores se realiza un estudio profundo sobre las condiciones del área de trabajo para proporcionar conclusiones específicas.⁷

¹ HERNÁNDEZ SAMPIER, Roberto. Metodología de la investigación científica. Tipo de investigación. 4 ediciones. McGraw-Hill. 2006. 880 p.

² Ibid. 1

³ SIGMUND, Adler. El método científico. Método de investigación. Ediciones Todo ciencia Buenos Aires.1988

⁴ Ibid. 3

⁵ Ibid. 4

⁶ Ibid. 5

⁷ Ibid. 6

- Cuadro metodológico.

Cuadro 3. Técnicas para la recolección de la información

Objetivos específicos	Metodología	Técnicas de recolección de datos
Diagnosticar los problemas relacionados a la gestión de la planeación y programación que se presentan en la línea de producción de muebles para bar y restaurante.	Diagnóstico de las condiciones actuales de la línea de producción, identificando problemas en la gestión mediante técnicas que permita realizar el respectivo diagnóstico.	<ul style="list-style-type: none"> • Observación directa. • Encuestas tipo: Abiertas y cerradas. • Entrevistas tanto al gerente como a los operarios. • Matriz DOFA. • Espina de pescado. • Análisis de productos. • Diagrama de Pareto.
Determinar las técnicas de planeación, programación y control necesarias para la producción de la línea de muebles para bar y restaurante.	Análisis y elección de las técnicas de planeación, programación y control adecuadas para mejorar la línea de producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Datos históricos de la línea de producción. • Resultados de los estudios. • Diagrama de plantas. • Descripción del proceso. • Toma de tiempo • Diagrama de procesos. • Gráficas de dispersión. • Pronósticos.
Realizar análisis de costos con respecto a la implementación de las técnicas seleccionadas, identificando los beneficios que ofrecen a la línea.	Mediante el análisis de los beneficios económicos que ofrecen las técnicas determinadas se identifican las adecuadas para la implementación del sistema de planeación, programación y control.	<ul style="list-style-type: none"> • Datos obtenidos en los diagnósticos. • Datos obtenidos en el programa WinQSB • Datos recogidos del análisis.
Desarrollar las técnicas de optimización en la gestión del sistema de planeación, programación y control propuesto en la línea de muebles para bar y restaurante en Mahe-muebles.	Aplicación de las técnicas establecidas para la gestión del sistema de planeación, programación y control de la producción en la línea teniendo en cuenta el plan del desarrollo y los horizontes de tiempo.	<ul style="list-style-type: none"> • Técnicas validadas. • Análisis realizados en el proyecto. • Resultados de la implementación del sistema.

Fuente: Autores 2012.

- Marco legal y normativo. A continuación se presenta un listado de normas y leyes más relevantes que tienen relación directa con el proyecto.

Cuadro 4.Marco legal y normativo del proyecto.

Norma legal	Descripción
Ley 550 del 2000:	Por la cual se establece un régimen que promueva y facilite la reactivación empresarial y la reestructuración de los entes territoriales para asegurar la función social de las empresas y lograr el desarrollo armónico de las regiones y se dictan disposiciones para armonizar el régimen legal vigente con las normas de esta ley. ⁸
Ley 99 de 93:	<p><i>El artículo 1º:</i> Establece entre otros, que las acciones encaminadas a proteger, conservar y recuperar el medio ambiente son tarea conjunta entre el Estado, el sector privado, la comunidad y las organizaciones no gubernamentales.⁹</p> <p><i>El numeral 32 del artículo 5º:</i> Determina que corresponde al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, entre otras funciones, establecer mecanismos de concertación con el sector privado para ajustar las actividades de éste a las metas ambientales previstas por el Gobierno.¹⁰</p> <p><i>El numeral 14 del artículo 31:</i> Establece entre las funciones de las Corporaciones Autónomas Regionales, las de ejercer el control de la movilización, procesamiento y comercialización de los recursos naturales renovables en coordinación con las demás Corporaciones Autónomas Regionales, las entidades territoriales y otras autoridades de policía, de conformidad con la ley y los reglamentos; y expedir los permisos, licencias y salvoconductos.¹¹</p>

⁸ Vlex. Diario oficial Colombia. Ley 550 de 2000. [Online]. (S.n): <<http://diario-oficial.vlex.com.co/vid/ley-550-43133999>>

⁹ Pacto intersectorial Por la madera legal en Colombia. Marco legal y normativo. [Online]. (S.n): <ssets.panda.org/downloads/publicacion_pimlc_2.pdf>

¹⁰ Ibid. 9

¹¹ Ibid. 10.

Cuadro 4. (Continuación)

Norma legal	Descripción
Ley 99 de 93:	<p><i>El numeral 4 del artículo 64:</i> Establece entre las funciones de los departamentos, las de ejercer, en coordinación con las demás entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y con sujeción a la distribución legal de competencias, funciones de control y vigilancia del medio ambiente y los recursos naturales renovables, con el fin de velar por el cumplimiento de los deberes del Estado y de los particulares en materia ambiental y de proteger el derecho a un ambiente sano.¹²</p> <p><i>El numeral 6 del Artículo 65:</i> Igualmente establece entre las funciones de los Municipios, las de coordinar y dirigir, con la asesoría de las Corporaciones Autónomas Regionales, las actividades permanentes de control y vigilancia ambientales que se realicen en el territorio del municipio o distrito con el apoyo de la fuerza pública, en relación con la movilización, procesamiento, uso, aprovechamiento y comercialización de los recursos naturales renovables o con actividades contaminantes y degradantes de las aguas, el aire o el suelo.¹³</p>
Decreto 312 de 2006	Por el cual se adopta el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá Distrito Capital ¹⁴

Fuente: Autores 2012

¹² Pacto intersectorial Por la madera legal en Colombia. Marco legal y normativo. [Online]. (S.n): <ssets.panda.org/downloads/publicacion_pimlc_2.pdf>.

¹³ Ibid.12

¹⁴ Decreto 312 de 2006. [Online]. (S.n): <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=21059>. Registro Distrital 3596 de agosto 18 de 2006.>

2 MARCO REFERENCIAL

2.1 EMPRESA Y SECTOR.

La empresa Mahe-muebles fundada en 1995 por José Mahecha Romero, iniciando con la fabricación de comedores, salas y alcobas. Al inicio de nuevo siglo debido a las bajas ventas se incursiona en el mercado de muebles para bar y restaurante el cual mantiene hasta momento variando los modelos para satisfacer las necesidades de los clientes. Cuenta con una bodega de 144.5 metros cuadrados en el barrio Bravo Páez. Trabaja con 6 empleados, se trata de una microempresa manejada por su propietario de manera empírica con los conocimientos adquiridos por la experiencia de los años trabajados, aunque a simple vista la empresa genera ganancias y está bien encaminada, presenta falencias debido a algunas técnicas utilizadas.

El mercado de muebles para bar y restaurante debido a la actividad de la sociedad se encuentra en auge lo cual genera grandes oportunidades a la empresa de incursionar y ganar posicionamiento en la mente del consumidor, en la compañía se tiene presente y como política el trabajar con calidad por lo cual la empresa tiene gran cantidad de clientes satisfechos y leales.¹⁵

2.2 ANTECEDENTES.

Desde los inicios de la humanidad se usa la madera como materia prima para la fabricación de muebles y otros objetos necesarios en la vida diaria las cuales se construían de acuerdo a la necesidad de la época o a las costumbres de las sociedades.

Sus primeros indicios se presentaron en Egipto quienes tallaban figuras zoomórficas en los brazos y patas. Su estructura se caracterizaba por las ensambladuras de sus piezas. Como terminados del mueble se utilizaban selladores parecidos al yeso para después aplicar pigmentos. El mueble universal fue conocido como Taburete fabricado en madera y en cuero la cual podía ser utilizada para todas las clases; los griegos se basaron en los diseños de los egipcios pero cuya diferencia es el estilo de las patas fabricadas por modelos de animales pero poco a poco desaparecieron por torneados. La materia prima que transformaban era el pino, cedro y ciprés permitiendo que fueran más ligeras con

¹⁵ Empresa Mahe-Muebles

respecto al peso. Su estructura se caracterizaba por la sencillez, sujetadas por clavijas y tableros embarrotados. También fueron famosos por la técnica que se inventaron para darle curvas a las piezas por el método de calor. Los muebles románicos son conocidos por las pinturas de sus códices¹⁶, las figuras representan la flora y fauna de la época. Su estructura era pesada y fuerte por lo que para transportarlo era necesario llevarlos desarmados. En la época gótica (Siglo XII-principios del XVI) debido a la influencia religiosa, predomina la fabricación de muebles para iglesias. Se destacan materiales como el roble y el nogal. Las técnicas manipuladas fueron el ensamble en las cajas y espigas pero desarrollaron ensamblajes de cola de milano "ensamble en forma de trapecio más ancha por la cabeza que por el arranque. Se usa para unir entre piezas normales, por ejemplo frentes y costados de cajonerías y arcones"¹⁷. En el período barroco predominan muebles con torno y breves relieves. Su característica principal era el tapizado de los asientos y respaldos. Las técnicas no fueron tan útiles para las piezas curvas lo cual deciden reemplazarlos por la ornamentación; el estilo Inglés las incrustaciones no se utilizan casi debido a que la madera fina (Nogal, caoba) se dejaba trabajar, permitiendo sacar provecho a las vetas que proporcionaba esta materia prima.¹⁸

Siendo estas culturas las pioneras en el trabajo de la madera aportaron a la creación de industrias de muebles, las cuales con el pasar de tiempo perfeccionarían técnicas y manejo de materia prima con el fin de adaptarse a las necesidades del cliente.

Ana María Rojas Gutiérrez periodista de m&m realiza una investigación acerca del mueble rustico en la cual abarca temas de interés como lo son madera, producción, técnicas, tradición y actualidad¹⁹

Las empresas que se dedican a la fabricación de muebles rústicos utilizan 2 alternativas de obtención del material (Madera). El primer uso cuando se compran madera verde por lo cual es necesario que pase por un proceso de secado obteniendo maderas de óptima calidad y el segundo madera reciclaje que no necesita pasar por ningún proceso lo cual puede ser utilizada inmediatamente. (Una de las desventajas es que saldrían algunas piezas en mal estado) La opción está ligada con los costos que quiera incurrir la organización.

¹⁶La palabra códice viene del término en latín codex, que significa "libro manuscrito", y se utiliza para denominar los documentos pictóricos o de imágenes

¹⁷ GOMEZ, E Carlos. Universidad Nacional experimental de Guayana. Historia del mueble [Online]. [GUAYANA]: Upata octubre 2003. Scribd: <<http://es.scribd.com/doc/2367583/Historia-del-Mueble>>.

¹⁸Ibíd.17

¹⁹ ROJAS GUITIERREZ, Ana María mueble rustico. Autenticidad de lo natural.[Online]. [COLOMBIA]: 2010. Revista M&M. <<http://www.revista-mm.com/ediciones/rev54/mueblesrusticos.pdf>>.

Existen varias técnicas para fabricar este tipo de mueble, pero depende de las características como el color, las vetas, la resistencia, la durabilidad y el tipo de madera que se utilice. Los acabados que manejan los fabricantes son ceras y betunes para dar una apariencia de envejecimientos, otros prefieren utilizar brea que al estar combinados con gasolina dan un color auténtico. En cuanto al procedimiento se diseña, corta, lija, ensambla y se le da el acabo final que es la diferenciación con otro tipo de muebles.

Es notoria la diferencia de las técnicas artesanales a los procesos modernistas en aspectos como la utilización de pocas máquinas para ensamblar maderas macizas junto a otras que logran un diseño exclusivo y único obteniendo una apariencia natural.

Para Colombia esta actividad en los últimos años ha logrado posicionarse como líderes en Latinoamérica junto a México y Argentina; gracias a sus niveles de alta calidad y precios competitivos. En nuestro país la empresa “muebles para siempre” exporta a Chile, Venezuela, Puerto Rico, Panamá y Estados Unidos; según los estudios el mercado interno se concentra en tres tipos de nichos: En primera instancia las personas que viven en fincas, luego el consumidor urbano y por último el extranjero.

María Ángela escobar realizó su proyecto “sistematización del manejo de inventarios en la pequeña industria” teniendo como referencia 2 industrias pequeñas y como base a encuestas de los propietarios quienes coinciden en que la mayoría trabajan bajo pedido e inexistencia de control exacto de inventarios, se realizaron estudios de manejo de inventarios de materias primas, producto en proceso y producto terminado generando la sistematización que permitió a las empresas que trabajan bajo pedido y necesitan un control sobre sus inventarios tener uso adecuado de sus recursos.²⁰

Se realizó un proyecto en una industria conocida en su sector por su alta calidad y gran utilidad en diferentes áreas con problemas de elevados niveles de desperdicio, índices bajos de productividad con respecto a los índices de diseño, condiciones de trabajo no adecuadas, paros constantes de máquinas lo que genera niveles bajos de eficiencia; debido a la complejidad de los procesos y a la cantidad numerosa de los mismos se realizó un análisis que justificó la selección de la línea de clavos negros. En este proyecto se realizó un diagnóstico y análisis de la situación actual de las líneas de producción, diagrama de flujo, diagrama de operaciones, estudios de tiempos, análisis de operaciones, análisis del recurso humano, manipuleo y almacenamiento de materiales, análisis de costo-beneficio.²¹

²⁰ Escobar, Ángela María. Sistematización del manejo de inventarios en la pequeña industria. Trabajo de grado. Ingeniero industrial. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana Facultad de ingeniería. 1985. 174 P

²¹Santos .Gualupo, Vicente Salomón. Mejoramiento de la línea de producción de clavos negros de una planta procesadora de alambres de acero.[Online]. [GUAYAQUIL, ECUADOR]: 2002. <<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4403/1/6923.pdf>>

En las algunas pymes Colombianas se realizó un proyecto en base a la industria en el cual se determinó que no cuentan con control de tiempos de producción, se realizó diseño y análisis del sistema con el cual se logró generar un paquete de programas de control de tiempos de producción.²²

2.3 MARCO TEÓRICO

Diagnóstico de la empresa. Para poder establecer los diferentes problemas que se presentan en la empresa es se elabora un diagnóstico que permite establecer cuáles son las falencias u oportunidades para obtener resultados satisfactorios por eso es necesario realizar la matriz de DOFA.

Matriz DOFA: Es un método que se fundamenta en la relación recíproca entre los aspectos internos de la empresa (Fortalezas, y debilidades) con las variables de entorno (Oportunidades y amenazas) de la organización como tal, lo cual permite la orientación “para plasmar los objetivos y planes de acción”.²³

Cuadro 5. Matriz DOFA

Internos	Externos
Fortalezas	Oportunidades
Son aquellos elementos relevantes e importantes de la empresa que logra una posición privilegiada con la competencia.	Son aquellos elementos que se visualizan en el entorno, sin que se presente ninguna influencia, las cuales pueden explotar y utilizar para obtener ventajas con los demás competidores.
Debilidades	Amenazas
Son aquellos aspectos negativos que impiden cumplir con cabalidad la misión de la organización. Está asociado con las capacidades y habilidad que no posee.	Son aquellos factores del entorno que influyen negativamente pueden ocasionar la permanencia de la empresa.

Fuente: Tomado FLORES, Juan Eduardo .Análisis DOFA. [Online].
 Slideshare:<http://www.slideshare.net/jcfdezmx2/análisis-foda-presentation> y adoptado Autores, 2012.

²²Beiler, William. Reyes, Esteban. diseño de un sistema para implantar el control de tiempos de producción en la pequeña y mediana industria. Tesis (ingeniero industrial). Cali. Pontificia Universidad Javeriana Facultad de ingeniería. 1986. 194 P

²³FLORES, Juan Eduardo .Análisis DOFA. [Online]. Slideshare:<<http://www.slideshare.net/jcfdezmx2/analisis-foda-presentation>>

Principalmente cuando hay un proceso de planeación que es funcional se logrará aprovechar las fortalezas y disminuir las debilidades. Al mismo tiempo si las amenazas son atendidas oportunamente y las oportunidades se aprovechan al máximo se alcanzará el objetivo en que está encaminada la empresa.

Estrategias del análisis DOFA.

- La estrategia Fo: Su principal objetivo es utilizar fortalezas internas con que cuenta la organización para poder aprovechar las oportunidades externas. Las organizaciones utilizan el FO para aprovechar el mercado brindando sus productos y servicios.²⁴
- La estrategia Fa: Disminuye el impacto de las amenazas del entorno, valiéndose de las fortalezas que cuenta la empresa. No implica que los factores negativos del entorno se tome de forma directa ya que traería problemas para esta.²⁵
- La estrategia Da: Su propósito principal es disminuir los factores negativos de la organización y neutralizar las amenazas, mediante herramientas que permitan la defensa a estos problemas. Si no se toma las medidas necesarias, se puede llegar incluso al cierre de la institución o a un cambio estructural y de misión.²⁶
- La estrategia Do: El objeto principal es mejorar las debilidades internas, aprovechando los factores positivos del entorno. Una de las maneras sería invertir recursos para desarrollar el área deficiente y así poder aprovechar la oportunidad.²⁷

La realización de la matriz de DOFA se consigue mediante entrevistas tanto los ejecutivos como los directivos y aquellos líderes que hacen parte de la organización.

Sistema de producción: Se conoce como un sistema de administración de operaciones, donde su función principal es la transformación la cual convierte la materia prima e insumos en bienes o servicios. Es necesario utilizar la tecnología en el proceso y tener en cuenta que dependiendo de la actividad de la organización, las operaciones varían, de misma manera los insumos.²⁸

²⁴ Portal para investigadores y profesionales. Análisis DOFA. [Online]. El prisma: <http://www.elprisma.com/apuntes/administracion_de_empresas/DOFA/default2.asp>.

²⁵ Ibid. 24

²⁶ Ibid. 25

²⁷ Ibid. 26

²⁸ QUIJANO PONCE DE LEON, Andrés. sistema de producción. El cid editor apuntes: 2009. Argentina.

La administración de operaciones consiste en:

- Un conjunto de facilidades para la definición de reglas.
- Mecanismos para acceder unas más bases de conocimientos y datos.
- Una estrategia de control que especifica el orden de las reglas que son procesadas, para resolver los conflictos que aparecen cuando coinciden simultáneamente.
- Mecanismo útil para aplicar reglas.²⁹

Clasificación de los sistemas de producción:

- Sistema de producción por encargo: Son aquellas empresas donde producen de acuerdo a las especificaciones del cliente para determinado producto y servicio. Lleva cabo 3 actividades:
 - Plan de producción: Relación de materia prima, mano de obra, y proceso de producción.
 - Arreglo físico: Se especializa en el producto que se va a fabricar.
 - Previsibilidad de la producción: Depende del plan de producción específico.³⁰
- Sistema de producción de lotes: Produce una cantidad limitada de un producto o servicio determinado. Se caracteriza por:
 - Plan de producción: Se realiza anticipadamente de acuerdo a las ventas.
 - Arreglo físico: Agrupación de máquinas agrupadas de mismo tipo.³¹
- Sistema de producción continua: Producen determinado producto pero sin cambios en un período determinado. Se caracteriza porque la producción es rápida y sin interrupciones. Se realiza mediante 3 pasos:
 - Plan de producción: Se fabrican generalmente en un período de un año. Ejemplo: Empresas de papel, celulosa y automotriz.
 - Arreglo físico: Máquinas especializadas, las cuales están organizadas de manera lineal y secuencial
 - Previsibilidad de producción: Depende del plan detallado de producción la cual debe realizarse antes de que iniciar el nuevo plan de producción del producto.³²

²⁹QUIJANO PONCE DE LEON, Andrés. sistema de producción. El cid editor apuntes: 2009. Argentina...

³⁰ Ibid. 29

³¹ Ibid. 30

³² Ibid. 31

Descripción del sitio de trabajo

Información sobre instalaciones: Son aquellos datos que señalan la ubicación geométrica de la instalación dentro del área, la cual se obtendrá detalladamente los componentes primarios, al mismo tiempo datos de la especificación de la máquina o proceso.³³

Información de estaciones de trabajo: En general constan del esquema del sitio de trabajo, con las distintas descripciones la cual incluyen gráficas que comparan lugares de trabajo similares y al mismo tiempo información basada en los servicios que prestan. Para eso es necesario que le ingeniero proporcione información completa sobre los estándares de tiempo.³⁴

Información de listas de herramientas: Es necesario que el ingeniero tenga conocimientos sobre el uso de las herramientas ya que dependiendo de la función que cumpla cada una, se conocerá el tiempo necesario para realizar una tarea tomando las decisiones pertinentes. Dentro de la información necesaria se debe contemplar características como tamaño, peso, material etc.³⁵

Instrucciones de métodos: Información de secuencias que ha sido diseñada por los ingenieros para realizar el análisis en la estación de trabajo. Es necesario utilizar hojas en cada método para registrar la información necesaria. Se debe tener en cuenta que entre más productos.³⁶

Datos de aplicación: Es aquella información detallada de las tareas anteriores, al mismo tiempo comprenden en esencia una lista de tiempos y movimientos. Es necesario que el analista provea lo que sucede en las estaciones de trabajo, como son las herramientas que dispone, en qué lugar se encuentran ubicados los operarios, y los recursos disponibles para transformar el producto o prestar el servicio.³⁷

Su función principal es realizar un estudio muy completo de las secuencias de método y del entorno del lugar de trabajo para aplicar los tiempos necesarios a nivel individual logrando reducción en costos.³⁸

Esto permite que se genere un estándar de tiempo tanto en el puesto de trabajo como en las máquinas construyendo tablas o programas de computadora que permiten su estudio más detallado.³⁹

³³ QUIJANO PONCE DE LEON, Andrés. sistema de producción. El cid editor apuntes: 2009. Argentina.

³⁴ Ibíd. 33

³⁵ Ibíd. 34

³⁶ Ibíd. 35

³⁷ NIEBEL, W Benjamín. Ingeniería industrial. Métodos tiempos y movimientos. 9 Ed: alfaomega. 800 p 1996. ISBN 9701502175, 9789701502174.

³⁸ Ibíd. 37

³⁹ Ibíd. 38

El análisis de estándares de tiempo científico son muy útiles para verificar el funcionamiento de un nuevo método observando todas las variables y así proporcionar mejoras en la organización donde se realiza el estudio.⁴⁰

- *Determinar el volumen de producción:* Es importante ya que permite conocer la cantidad de producción, en la cual dependiendo de este factor se debe seleccionar el tipo de maquinaria, el tamaño del almacén de materias primas, el área de producción y producto terminado. Por ese motivo es necesario hacer la planeación del número de unidades que se va a producir y utilizar.⁴¹

- *Movimiento de materiales:* Es de real importancia, debido a que las materias primas están constantemente en movimiento, por este motivo es necesario que se localicen cerca de las zonas de trabajo y maquinaria para que el componente transportado no sufra alteraciones o daños.

Se recomienda utilizar esquemas para el flujo de operaciones, para expresar el flujo de operación.

Planeación programación y control de la producción.

Se consideran dentro del proceso los siguientes niveles jerárquicos:⁴²

1. Planificación estratégica.
2. Planificación táctica.
3. Programación de la producción.
4. Control operativo.

Se realiza en cada etapa una actividad específica con el fin de obtener objetivos previamente establecidos y características específicas.

Un plan de producción adecuado, es una proyección del nivel de producción requerido para una provisión de producción específica, pero no constituye un compromiso que obligue a que los artículos individuales, sean elaborados dentro del plan mencionado, crea del marco dentro del cual, funcionarán las técnicas de control de inventario y fijará el monto de pedidos que deben hacerse para alimentar la planta, permite cotejar con regularidad el reforzamiento del inventario,

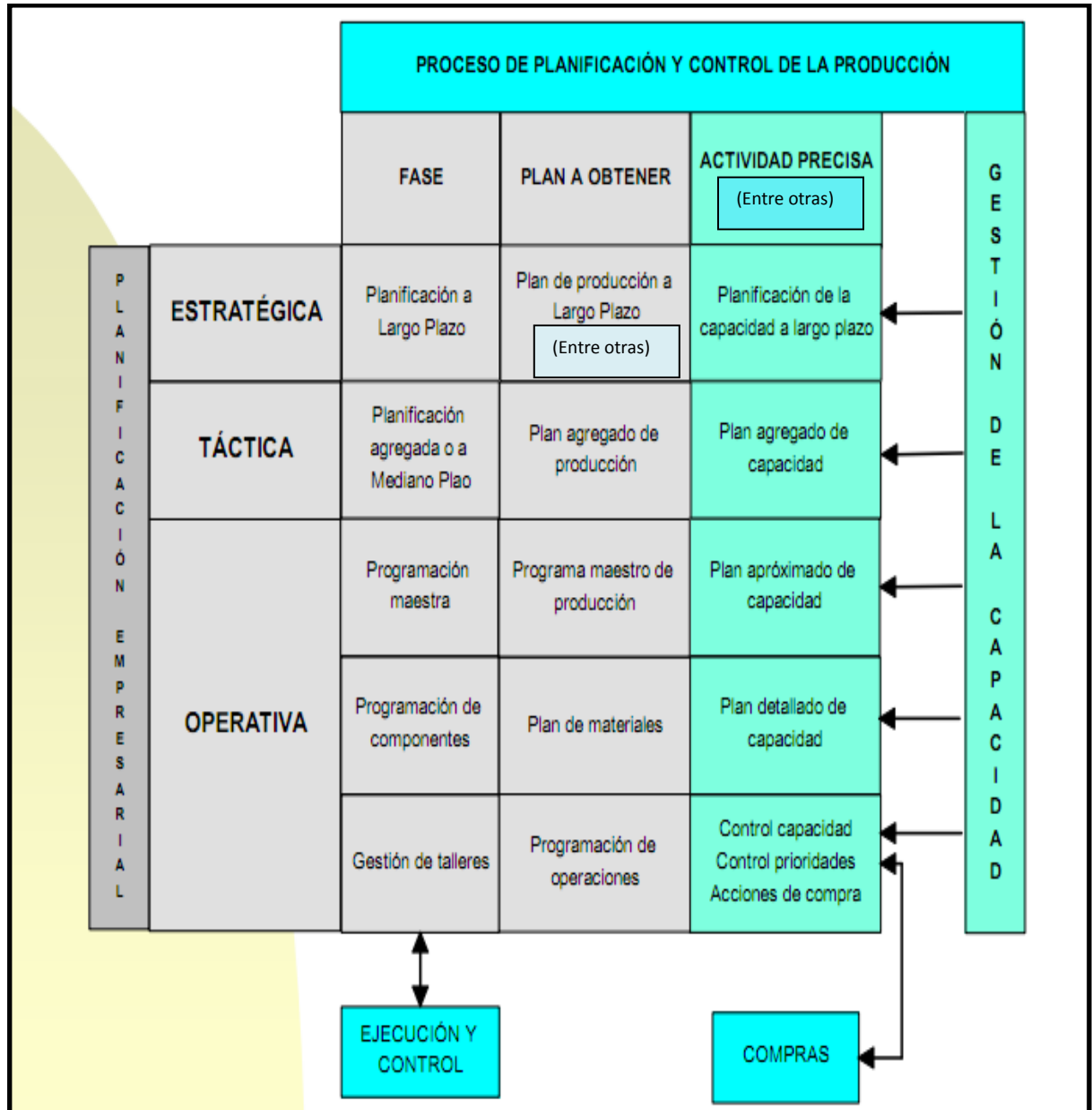
⁴⁰NIEBEL, W Benjamín. Ingeniería industrial. Métodos tiempos y movimientos. 9 Ed: alfaomega. 800 p 1996. ISBN 9701502175, 9789701502174...

⁴¹Muebles rústicos en madera. Planeación, organización y control de las pequeñas empresas. Estudio de mercadeo. 1 edición. México: editorial Porrúa de cv. 2000.

⁴²ÁLVAREZ Ramón y RUIZ Rubén. Programación y control de la producción. [Online]. [VALENCIA, ESPAÑA]. Masterpgpe: <http://www.masterpgpe.com/guias/Programacion_Produccion.pdf>

contra los niveles predeterminados; pudiendo así, decidir a tiempo por una acción correctiva, si dichos niveles son demasiado altos o demasiado bajos.⁴³

Figura 6. Proceso de planificación y control de la producción



Fuente: Planificación de la producción. [Online]. Web del profesor :<http://webdelprofesor.ula.ve/economia/oliverosm/materiasdictadas/producción2/clases/planificacion_de_la_producción.pdf>. 2011

⁴³ Mi tecnológico. Planeación y control de la producción
<<http://www.mitecnologico.com/Main/PlaneacionYControlDeLaProduccion>>

1. *Planificación estratégica (Largo plazo).* Se realiza la planificación a largo plazo con el fin de definir aspectos como: las capacidades y localización de planta, equipo necesario y sistema de producción; Se busca decidir qué tipo “referencia” y cuanto se debe fabricar de un producto en los periodos de tiempo futuros basándose en factores relevantes en el proceso a estudiar, dependiendo el proceso se generan puntos de referencia con mayor o menor importancia, entre ellos se puede destacar: horas- máquina, horas- hombre y costos de almacenaje.⁴⁴

Teniendo en cuenta que en el procesos de determinar cuánto invertir en la producción de un producto determinado se busca minimizar costos, maximizar utilidades y evitar pérdidas resulta de gran importancia la aplicación de una estrategia operacional, la cual guie los pasos a seguir.⁴⁵

Planeación de la capacidad. Se realiza con el fin de generar en la empresa la posibilidad de suplir la demanda actual y futura del cliente ya que proporciona la información suficiente para una adecuada producción. Busca optimizar la utilización de instalaciones, maquinaria y mano de obra⁴⁶

Pasos para planear la producción. Se pueden presentar variaciones en la planeación de la producción a continuación se presenta una guía la cual está abierta a modificaciones.⁴⁷

- Definir período para el cual se realizara la planeación.
- Calcular la producción requerida, teniendo en cuenta aspectos como: demanda, oferta e inventarios existentes.
- Calcular necesidades de: Materia prima, mano de obra, maquinaria y equipo.

2. *Planificación táctica (Mediano plazo).* Se realiza la planeación a mediano plazo centrándose en un departamento específico de la empresa u organización con el fin de cumplir los objetivos estratégicos, para generar mayor productividad en menor tiempo con la utilización de técnicas, tiempo y metodologías innovadoras siendo este un resultado satisfactorio en la producción⁴⁸.

3. *Programación de la producción.* Gracias a la programación de la producción se determina aspectos de cada lote de producción como: fecha de inicio y terminación, actividades, maquinaria y mano de obra, generando beneficios a la empresa ya que los pedidos se entregan a tiempo, se usa la mano de obra

⁴⁴ Planeación estratégica de la producción. [Online]. [VILLA CLARA], Ciget 2006. Gestión de contenidos electrónicos:<<http://biblioteca.idict.villaclara.cu/biblioteca/compendios-informativos/planeacion-estrategica/2>>.

⁴⁵Ibíd. 44

⁴⁶Ibíd. 45

⁴⁷ CAJA DE HERRAMIENTAS. Planeación de la producción. [Online]. Infopyme:<<http://www.infomipyme.com/Docs/GT/Offline/planprod.htm>>

⁴⁸Ibíd. 47

necesaria sin tener excedentes o escasez de operarios y hay alta posibilidad de reducir los costos.⁴⁹

Pasos para la programación de la producción. Se realiza la programación de la producción dependiendo de las necesidades identificadas en la etapa anterior a continuación se presenta una guía la cual varía según características necesarias.

- A. Calcular tiempos según la producción requerida
 - Tiempo que permanece ocupada cada máquina.
 - Tiempo que permanece ocupado cada operario.
 - Tiempo que se gasta en hacer la operación una vez.
 - Tiempo total de trabajo por operación.
 - Tiempo total de trabajo por operario.
 - Tiempo total de trabajo por máquina.
- B. Elaborar de un diagrama de Gantt, mostrando en qué momento están ocupadas las máquinas y los operarios.
- C. Elaborar órdenes de producción, específica el trabajo que realiza el operario en un período de tiempo determinado.⁵⁰

Plan maestro de producción (P.M.P). Master Production Schedule (M.P.S)

Se puede definir como una declaración en la que se especifica qué se produce, cuánto se produce y cuándo se produce, es la evaluación cronológica de todo lo correspondiente a la producción, vinculando las ventas y demanda con las cantidades a fabricar es básicamente un plan detallado en el cual se establece la cantidad específica y fechas exactas de los productos finales.⁵¹

La función principal de la programación de la producción consiste en lograr un movimiento uniforme y rítmico de los productos a través de las etapas de producción.

El programa de producción es afectado por:⁵²

- Materiales: Para cumplir con las fechas comprometidas para su entrega.
- Capacidad del personal: Para mantener bajos costos al utilizarlo eficazmente, en ocasiones afecta la fecha de entrega.

⁴⁹RED DE CAJAS. DE HERRAMIENTAS MYPIME. Programación de la producción. [Online]. Infoempresa. <<http://www.infomipyme.com/Docs/HN/Offline/programacionproduccion.pdf>>.

⁵⁰Ibid. 49.

⁵¹ANAYA TEJARO, Julio Juan. Logística integral. la gestión operativa de la empresa. 3 edición Pozuelo de Alarcón Madrid: Esic editorial, 2007. 291 p. ISBN 978-84-7356-489-2.

⁵²Mi tecnológico. Planeación y control de la producción
<<http://www.mitecnologico.com/Main/PlaneacionYControlDeLaProduccion>>

- *Capacidad de producción de la maquinaria:* Para tener una utilización adecuada de ellas, deben observarse las condiciones ambientales, especificaciones, calidad y cantidad de los materiales, la experiencia y capacidad de las operaciones en aquellas.
- *Sistemas de producción:* Realizar un estudio y seleccionar el más adecuado, acorde con las necesidades de la empresa.

La función de la programación de producción tiene como finalidad prever las pérdidas de tiempo o las sobrecargas entre los centros de producción, mantener ocupada la mano de obra disponible y cumplir con los plazos de entrega establecidos.

Existen diversos medios de programación de la producción, entre los que destacan los siguientes:

Gráfica de Barras. Muestra las líneas de tendencia.

Gráfica de Gantt. Se utiliza en la resolución de problemas relativamente pequeños y de poca complejidad.

Camino Crítico. Se conoce también como teoría de redes, es un método matemático que permite una secuencia y utilización óptima de los recursos.

Pert- Cost. Es una variación del camino crítico, en la cual además de tener como objetivo minimizar el tiempo, se desea lograr el máximo de calidad del trabajo y la reducción mínima de costos.

4. *Control operativo.* Se realiza control de la producción para verificar el cumplimiento de las metas establecidas en la planeación y programación, *utilizando herramientas como: órdenes de producción, reportes de trabajo y control de materias primas, esta actividad genera a la empresa ganancias ya que se controla el consumo de materias primas, el tiempo trabajado y las cantidades producidas.*

Pasos para el control de la producción. Se realiza el control de cada actividad correspondiente a la producción generando coherencia con lo planeado, guía para realizar este control, puede variar según pautas establecidas en el proceso:⁵³

- Elaborar reportes de trabajo, realizado por el operario para su supervisor y demás calificadores con el fin de evaluar sus resultados.
- Controlar la producción, comparar los reportes de trabajo y las órdenes de producción

⁵³CAJA DE HERRAMIENTAS. [Online]. Infopyme:<<http://www.infomipyme.com/Docs/GT/Offline/planprod.htm>>

- Analizar el cuadro de control de producción
- Control de materias primas

Resultados del control. Se pueden presentar 3 casos en la evaluación del proceso.

Cuadro 6. Casos de evaluación de control

Caso	Resultado	Acción
Programado = Realizado	Se cumplió con la programación establecida	_____
Programado < Realizado	Hay mayor producción de la requerida	Realizar análisis
Programado > Realizado	No se cumplió con la producción requerida	Determinar causas e implementar correctivos necesarios

Fuente: Tomadocaja de herramientas. [Online].Infopyme:
<http://www.infomipyme.com/Docs/GT/Offline/planprod.htm>. 2011

Cuadro 7. Reglas de prioridad más empleadas

Simbología	Nombre ingles	Nombre español
FCFS	First come/ Firstserve	Primero en llegar, primero en ser atendido.
FISFS	First In System/ First Serve	Primero en el sistema, primero en ser atendido.
SPT	ShortesProcessing Time	Menor tiempo de procesamiento.
EDD	EarliestDue date	Fecha de entrega más próxima.

Cuadro 7. (Continuación)

Simbología	Nombre ingles	Nombre español
CR	Critical Ratio	Razón crítica o ratio crítico.
LWR	LeastWorkRemaining	Mínimo trabajo remanente.
FOR.	FewestOperationsRemaining	Número mínimo de operaciones remanentes.
ST	Slack Time	Tiempo de holgura.
ST/O	Slack Time per Operation	Tiempo de holgura por operación
NQ	NextQueue	Siguiente en la cola.

Fuente: CASTRO SARAME, William Ariel. El proceso de planificación, programación y control de la producción. Una aproximación teórica y conceptual [Online]. [BOGOTÁ, COLOMBIA]:2003. Gestipolis: <<http://www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/plap-rocon.htm>>. 2011

Funciones del control de producción.⁵⁴

- Pronosticar la demanda del producto, indicando la cantidad en función del tiempo.
- Comprobar la demanda real, compararla con la planteada y corregir los planes si fuere necesario.
- Establecer volúmenes económicos de partidas de los artículos que se han de comprar o fabricar.
- Determinar las necesidades de producción y los niveles de existencias en determinados puntos de la dimensión del tiempo.
- Comprobar los niveles de existencias, comparándolas con los que se han previsto y revisar los planes de producción si fuere necesario.
- Elaborar programas detallados de producción.
- Planear la distribución de productos.

⁵⁴ Mi tecnológico. Planeación y control de la producción
<<http://www.mitecnologico.com/Main/PlaneacionYControlDeLaProduccion>>

Evolución del Control de Producción. Una vez que ha comenzado el proceso de conversión los directores de producción / operaciones tienen que tomar decisiones para mantener las operaciones dentro de un curso uniforme y estable en dirección hacia los objetivos y metas planeados. En la medida en que se vayan presentando eventos inesperados los directores de producción / operaciones deben revisar las metas, ajustar los insumos al proceso y cambiar las actividades de conversión para que el desempeño general.

*Factores necesarios para lograr que el control de producción tenga éxito.*⁵⁵

- Creativos: Son los factores propios de la ingeniería de diseño y permiten configurar los procesos de producción.
- Directivos: Se centran en la gestión del proceso productivo y pretenden garantizar el buen funcionamiento del sistema.
- Elementales: Son los inputs necesarios para obtener el producto (Output). Estos son los materiales, energía,

Organización de un sistema de producción.

Producción: Se ocupa específicamente de la actividad de producción de artículos, es decir, de su diseño, su fabricación y del control del personal, los materiales, los equipos, el capital y la información para el logro de esos objetivos.

Operaciones: Es un concepto más amplio que el de producción. Se refiere a la actividad productora de artículos o servicios de cualquier organización ya sea pública o privada, lucrativa o no.

Producto: Es el nombre genérico que se da al resultado de un sistema productivo y que puede ser un bien o un servicio. Un servicio es una actividad solicitada por una persona o cliente.

Actividad productiva: Producir es transformar unos bienes o servicios (Factores de producción o inputs) en otros bienes o servicios (Outputs o productos) y crear utilidad o aumentar la utilidad de los bienes para satisfacer las necesidades humanas. La actividad productiva no se limita a la producción física.

Producción en sentido genérico, económico o amplio: Es la actividad económica global que desarrolla un agente económico por la que se crea un valor susceptible de transacción.

Producción en sentido específico, técnico-económico o estricto: Es la etapa concreta de la actividad económica de creación de valor que describe el proceso de transformación.

⁵⁵ Mi tecnológico. Planeación y control de la producción
<<http://www.mitecnologico.com/Main/PlaneacionYControlDeLaProduccion>>

Análisis de costo. Es el método utilizado para determinar la calidad y cantidad de recursos necesarios, analiza el costo del proyecto en términos de dinero. El análisis de costo no sólo ayuda a determinar el costo del proyecto y su mantenimiento sino que también sirve para determinar si vale o no la pena llevarlo a cabo, determina la cantidad y la clase de materiales/ dinero y número de voluntarios y personal necesarios para poder completar el proyecto.⁵⁶

Para estimar la cantidad total de recursos necesarios, se debe considerar

- Cada una de las tareas que han de ejecutarse.
- Cantidad de horas que considera necesarias para cada una de las tareas.
- Tipo y cantidad de materiales indicados para cada tarea.

2.4 MARCO CONCEPTUAL.

Para relacionar los temas de investigación a continuación se muestra conceptos básicos para el plan de mejoramiento en la empresa Mahe- mueble en la cual se desarrollarán diferentes herramientas para cumplir los objetivos propuestos en el trabajo de grado.

Acabado: Se utiliza material como sellador para tapar los poros de la madera y laca que embellecer y garantizar la duración del producto.⁵⁷

Arena: Es un simulador que a la hora de analizar sistemas complejos, proyectos de media-gran escala que conllevan cambios altamente sensibles relacionados con cadena de suministros, fabricación, logística, distribución, almacenado o servicios.⁵⁸

Asme: Las siglas significan American Society of Mechanical Engineers (Ha desarrollado los signos convencionales de las gráficas. A pesar de la amplia aceptación que ha tenido esta simbología, en el trabajo de diagramación administrativa es limitada, porque no ha surgido algún símbolo convencional que satisfaga mejor todas las necesidades.⁵⁹

⁵⁶sleekfreak .análisis de costos

Online].<<http://sleekfreak.ath.cx:81/3wdev/HLTHES/PC/R044BS/R044BS09.HTM>>

⁵⁷Taiwan turnkey project association.Op. cit., p 1..

⁵⁸ ADITEC ingenieros S.A. Familia arena profesional. [Online] Documento pdf<<http://www.aditec-ingenieros.com/professional.html>>.

⁵⁹Wikilearning.SimbologíaBásica. [Online].Emagister:

<http://www.wikilearning.com/monografia/el_estudio_del_trabajo_en_los_sistemas_de_procedimiento_de_oficinas-simbologia_basica/16615-5>.

Atributos. Para individualizar cada entidad, se le pueden unir distintos “atributos”. Un atributo es una característica de todas las entidades, pero con un valor específico que puede diferir de una entidad a otra.⁶⁰

Circulación de trabajo: Se refiere a la disposición de las áreas de trabajo que permiten ahorro de espacio, de tiempo entre operación y operación de manejo de secuencia generando ahorro, tiempo y costo.⁶¹

Compra de materia prima: Dependiendo del mueble que se va a realizar se adquieren las diferentes materias primas como la madera que se consigue de distintas variedades y dimensiones.

Diagrama Gantt: El gráfico de Gantt permite identificar la actividad en que se estará utilizando cada uno de los recursos y la duración de esa utilización, de tal modo que puedan evitarse períodos ociosos innecesarios y se dé también al administrador una visión completa de la utilización de los recursos que se encuentran bajo su supervisión.⁶²

DOFA: (En inglés swot) Es la sigla usada para referirse a una herramienta analítica que le permitirá trabajar con toda la información que posea sobre su negocio, útil para examinar sus debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas.⁶³

Ensamble: En este proceso se ensamblan los subensambles es decir la parte superior e inferior de la silla y se procede asegurar con tornillos o con puntillas “algunas partes se necesita pegado y depende del diseño del mueble”.⁶⁴

Entidades. La mayoría de las simulaciones incluyen “entidades” que se mueven a través del modelo, cambian de estado, afectan y son afectadas por otras entidades y por el estado del sistema, y afectan a las medidas de eficiencia. Son los elementos dinámicos del modelo, habitualmente se crean, se mueven por el modelo durante un tiempo y finalmente abandonan el modelo.⁶⁵

Existencias de seguridad: Se define como las cantidad de inventario que es conveniente almacenar debido a situaciones imprevistas, tales como un atraso en

⁶⁰ MOYA NAVARRO, Marcos Javier. Investigación de operaciones. Control de inventarios y teorías de colas. Primera edición Costa Rica: la editorial universidad estatal 1990. 167 p. ISBN 9977-64-546-9..MOYA

⁶¹ PEREZ BELLO, Carlos. Manual de producción aplicado a las pequeñas y medianas empresas. Diseño y proceso. 1 ed. Bogotá: Ecoediciones, octubre 1999.

⁶² Gestipolis.diagramagantt.

[Online].<<http://www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/diaggantaleja.htm>>

⁶³ Ricoveri marketing Matriz. DOFA. [Online]. Tripod Succeed [Online] :<
<http://ricoveri.ve.tripod.com/ricoverimarketing2/id18.html>>.

⁶⁴ Taiwan turnkey project association.Op. cit., p 1.

⁶⁵ <http://unicristhiamurbinaio.files.wordpress.com/2011/03/el-programa-arena-para-simulac3b3n.pdf>.

la entrega de las órdenes colocadas, o una demora en el inicio de la producción, o bien por una demanda mas grande de la prevista.⁶⁶

Flexibilidad: Se refiere a la posibilidad de ordenar una parte, o la integración de la planta a mínimo costo.

Horas hombre: Cantidad de horas que tarda o requiere un operario para realizar una labor determinada.

Horas máquina: Cantidad de horas que tarda o requiere una máquina para realizar una labor determinada.

Integración: Se refiere al conjunto de factores que interrelacionados entre sí, produce el mismo costo.⁶⁷

Lijado: Se colocan todas las piezas al proceso de lijado para obtener calidad en la pintura y al mismo tiempo cuando se ensamble. Se puede realizar manualmente o con la máquina lijadora.⁶⁸

Lote económico: Es la cantidad de inventario que debe ordenarse, ya sea para compra o abastecimiento, o bien que debe de producirse, para satisfacer una demanda futura, de tal manera que el costo total en que se incurre por: ordenar, mantener el inventario y por pedidos pendientes sea el mínimo posible.⁶⁹

Madera Pino (Pinussylvestris l): Es una madera blanda y liviana, con un peso específico de 0.46. De color amarillo castaño, con vetas pronunciadas y frecuente presencia de nudos más oscuros. Densidad de 550 y hasta 600 Kg/m³ según procedencias (Madera semipesada). Contracción tangencial del 7% y radial del 5% (Buena estabilidad dimensional). Muy buen mecanizado en todos los aspectos (Cepillado, torneado, moldurado, taladro, etc.).⁷⁰

Madera Sapan (Clathrotropisbrunneaamshoff): Es de color rosado claro, grano directo entrecruzado, brillo mediano y vetado muy acentuado. Difícil de secar al aire libre presentando deformaciones y ocasionalmente grietas superficial. Es complicado labrar con herramientas manuales y distintas operaciones de maquinado.⁷¹

⁶⁶ MOYA NAVARRO, Marcos Javier. Investigación de operaciones. Control de inventarios y teorías de colas. Primera edición Costa Rica: la editorial universidad estatal 1990. 167 p. ISBN 9977-64-546-9..MOYA

⁶⁷ PEREZ BELLO, Carlos. Manual de producción aplicado a las pequeñas y medianas empresas. Diseño y proceso. 1 ed. Bogotá: Ecoediciones, octubre 1999.

⁶⁸ dirección general de capacitación e innovación tecnológica. Op citpag 1.

⁶⁹ Ibid. 66

⁷⁰ Bcdgroup. Pino Ellioti. Características madera de pino. [Online]. [Argentina]. (S.n): <<http://www.bcdgroup.com.ar/pinoelliotis.htm>>

⁷¹ UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Bancos de objetos y aprendizaje y de la información. Sapan. [Online]. (S.n): < <http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Sap%E1n.pdf>>.

Máquina cepilladora: Es una máquina utilizada muy frecuentemente en la industria de la madera, y sirve para alisar la superficie de la madera. Está formada por un árbol porta-cuchillas que se sitúa entre dos mesas, y en la superficie de la bancada se encuentra el palograma, para hacer de tope o guía que soporta las piezas.⁷²

Máquina compresor: Dispositivo empleado para comprimir aire u otro tipo de gases, elemento principal en algunos sistemas de refrigeración; extrae el refrigerante vaporizado del evaporador a una presión relativamente baja y lo comprime, para descargarlo en el condensador.⁷³

Máquina planeadora: Esta máquina se utiliza para planear, recortar cantos y para hacer resaltos y ranuras. Un basamento robusto soporta el árbol portacuchillas las dos medias mesas y el motor. Generalmente esta fundido en una sola pieza en forma cerrada, cuando más robusto y pesado sea, tanto más libre de sacudidas funcionará la máquina.⁷⁴

Máquina pulidora: Es una máquina que se utiliza para darle fineza a la madera. Dependiendo de la pieza se utiliza pulidora de disco, pulidora de mano. Es importante el tipo de lija que se manipule ya que es aquella que le va proporcionar suavidad a la estructura.

Máquina ruteadora: Es una herramienta que sirve para copiar piezas, con una calidad de corte excelente. Las hay pequeñas que se agarran con una mano y son utilizadas mayormente para cortar los sobrantes de laminados o chapillados como también para trabajos manuales donde se necesita menos peso.⁷⁵

Máquina sierra: Una sierra es una herramienta de corte, que consta de una hoja dentada, y sirve para cortar diversos materiales (Madera, metal, plástico, etc.), y que puede ser manual o eléctrica. Según la forma y disposición de los dientes, la sierra cortará uno u otro material. La forma de los dientes generalmente determina que el corte se haga en un solo sentido.⁷⁶

Máquina torno: Torno de madera es una máquina que se usa en la fabricación de piezas con formas geométricas, en especial piezas de madera tornadas. Es una herramienta para mecanizar piezas por revolución sacando material en forma de

⁷² Cepilladora. [Online]. (S.n). <<http://www.jmcprl.net/glosario/cepilladora.htm>>.

⁷³ Diccionario De Arquitectura y Construcción. Definición de compresor de aire y conceptos relacionados. [Online]. (S.n): < <http://www.parro.com.ar/definicion-de-compresor+de+aire>>.

⁷⁴ DR SAENZ DE MAGAROLA. Carlos. Alrededor del trabajo de la madera. Máquinas y herramientas para la industria de la madera. Edición en español. Barcelona: Editorial reverté S.A. 1989. ISBN 84-241-1440-B

⁷⁵ AGUDELO, Heriberto. Hablemos de ruteadoras para madera. [Online]. revista madera:<http://www.revistamadera.com/Evaluando_Herramientas/Hablemos_de_Ruteadoras_para_Madera.html>.

⁷⁶ Tipos de sierras. [Online]. Bricolaje casero: < <http://www.bricolajecasero.com/herramientas/tipos-de-sierras.php>>.

viruta o aserrín mediante una herramienta de corte. Generalmente el movimiento de corte que se le imparte a la pieza gira rotando en su propio eje gracias a un motor eléctrico que transmite su giro al husillo mediante un sistema de engranajes.⁷⁷

Maquinado: Se cortan las tablas a una longitud, ancho, espesor, líneas y ángulos adecuados. Después las distintas tablas son cepilladas con el fin de darle un buen acabado, si la madera no es uniforme en su grosor se deberá utilizar una regruesadora para darle el grueso uniforme predetermined. Para las piezas que necesitan realizarse curvas son llevadas a la sin fin que permite darle la forma respectiva. Luego serán llevadas al taladro para abrir los huecos de diferentes diámetros o al torno si hay partes que necesitan pasar por este proceso.⁷⁸

Mazo: El mazo es una herramienta de mano que sirve para golpear o percutir objetos. Tiene la misma forma de un martillo pero es de mayor tamaño y peso. Por lo tanto, podría decirse que es un tipo de martillo. Mientras que el martillo común, o de oreja, cumple su principal papel dentro de la carpintería, utilizado para clavar desde maderas hasta la suela de los zapatos, el mazo se utiliza más comúnmente en la industria de la construcción o en la albañilería.⁷⁹

Minitab: Es un paquete estadístico aprendizaje y aplicación de la estadística en general, incluyendo análisis descriptivo, contrastes de hipótesis, regresión lineal y no lineal, series temporales, análisis de tiempos de fallo, control de calidad, etc.⁸⁰

Movimiento del material: Se refiere a la circulación del material entre las diferentes secuencias del proceso, se establece por mínima distancia.⁸¹

Prensado: Algunas partes del producto superan las dimensiones de la materia prima por eso se procede a realizar distintos pegues. En este proceso es necesario dejarlo un día para otro para que las capas pegadas sean resistentes y logre el aspecto de la madera natural.⁸²

Punto de reorden: Se define como la cantidad de materiales necesarios para satisfacer la demanda que se genera durante el tiempo de anticipación, más las existencias de seguridad

⁷⁷ Características para el torno del torno. [Online]. Maquinariapro :< <http://www.Máquinariapro.com/obra/torno-para-madera.html>>.

⁷⁸ Taiwan turnkey project association. Planta de producción de sillas de Madera. <http://turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp?subid=147&fdname=WOOD+OR+PAPER+%26+PRINTING&pagename=Planta+de+produccion+de+sillas+de+madera>.

⁷⁹ Icarito. Mazo. [Online]. (S.n) :<<http://www.icarito.cl/enciclopedia/articulo/primer-ciclo-basico/educacion-tecnologica/herramientas/2010/04/35-9056-9-mazo.shtml>>.

⁸⁰ VILA Alicia, MAXIMO Cedano, A Ángel. Introducción a Minitab .Descripción a Minitab.[Online] :(S.n): <http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Intro_Minitab.pdf>.

⁸¹ PEREZ BELLO, Carlos. Manual de producción aplicado a las pequeñas y medianas empresas. Diseño y proceso. 1 ed. Bogotá: Ecoediciones, octubre 1999...

⁸² MUEBLES EN MADERA S.A. Op. cit., p. 1.

Recursos. Las entidades compiten por ser servidas por recursos que representan cosas como personal, equipo, espacio en un almacén de tamaño limitado, etc.⁸³

Secado: Es el proceso donde la madera que se encuentra verde es decir que contiene gran cantidad de agua. La respectiva madera se coloca en hornos o en temperatura ambiente. Previene daños en la apariencia de la madera o contracciones longitudinales, transversales o volumétricas⁸⁴.

Selección de madera a trabajar: Se escoge la mejor madera teniendo en cuenta su estado es decir que no esté rota, quebrada o presente nudos. Esto es con el fin de facilitar los demás procesos del mueble.⁸⁵

Taladro: El taladro es la máquina que permitirá hacer agujeros debido al movimiento de rotación que adquiere la broca sujeta en su cabezal. Existen muchos tipos de taladros e infinidad de calidades. Los principales tipos son los siguientes: Barreno, taladro eléctrico, taladro de columna, taladro manual, berbiquí⁸⁶ etc.

Tiempo de entrega o tiempo de anticipación: Se define como el tiempo que transcurre entre el momento en que se coloca una orden, y el momento en que se recibe ese pedido, siempre y cuando la orden se haga por medio de una compra.⁸⁷

Tornillo Driwall: Es un tornillo acerado con un paso de rosca abierto (Para madera) o cerrado (Para metales). Al ser de punta aguja permite una rápida perforación y roscado en la pieza. Su colocación puede ser manual o con atornillador. Se dispone de distintos largos hasta 100 mm. Su acabado es pavonado negro es ideal para mamparas de yeso, maderas, etc.⁸⁸

Trazado de la madera: Se elaboran patrones para realizar las diferentes medidas, es necesario establecer la precisión del trazo que se realiza sobre la madera.⁸⁹

Variables (Globales). Una variable es un fragmento de información que refleja alguna característica del sistema, independientemente de las entidades que se

⁸³ MOYA NAVARRO, Marcos Javier. Investigación de operaciones. Control de inventarios y teorías de colas. Primera edición Costa Rica: la editorial universidad estatal 1990. 167 p. ISBN 9977-64-546-9...

⁸⁴ MUEBLES EN MADERA S.A. Proceso productivo. [Online].

(S.n) :< <http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P658.514C824/capitulo1.pdf>>.

⁸⁵ Dirección general de capacitación e innovación tecnológica. Flujo del proceso de empresa.[Online].(S.n):<<http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=119&giro=7&ins=821>>

⁸⁶ Consejos BRICO-TODO. Taladrar. Tipos de taladro. [Online]. (S.n):<<http://www.bricotodo.com/taladrar.htm>>.

⁸⁷ Ibid. 83

⁸⁸ Bulonera norte Ferretería Industrial. Tornillo Drywall [Online]. (S.n):
<http://www.buloneranorte.com/bulonera.htm>.

⁸⁹ Ibid. 85

muevan por el modelo. Se pueden tener muy diferentes variables en un modelo, pero cada una es única.⁹⁰

WinQSB: Es un sistema interactivo de ayuda a la toma de decisiones que contiene herramientas muy útiles para resolver distintos tipos de problemas en el campo de la investigación operativa.⁹¹

⁹⁰MOYA NAVARRO, Marcos Javier. Investigación de operaciones. Control de inventarios y teorías de colas. Primera edición Costa Rica: la editorial universidad estatal 1990. 167 p. ISBN 9977-64-546-9.MOYA.

⁹¹ Introducción al programa WinQSB. WinQSB. [Online]: Documento pdf<http://www.uv.es/martinek/material/WinQSB2.0.pdf>.

3 DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 DIAGNÓSTICO

3.1.1 DOFA

- *Análisis interno*

Entrevistas. Se realizan entrevistas al gerente y a los empleados con el fin de indagar desde su perspectiva acerca de cuáles son las debilidades y fortalezas que encuentran de la empresa en general y en el área productiva; se busca identificar las principales causas que impiden que el proceso y desarrollo del producto generen mejores resultados; dichas entrevistas se realizan en la empresa con autorización del gerente el cual proporciona tiempo propio y de sus empleados; se les explica que la información de sus entrevistas va a ser usada para mejoras de la empresa y no van a tener ningún inconveniente a futuro por la información suministrada, a su vez se les recomienda que respondan las preguntas sincera y brevemente con el fin de obtener información concreta que ayude a generar mejoras a la empresa.

Las entrevistas incluyeron los datos de cada entrevistado y preguntas acerca del estado actual de la compañía. Las cuales son:

- ¿Cómo inicio su empresa?
- ¿Cuál es la estructura general de la empresa?
- ¿Cómo ve el futuro de su empresa?
- ¿Cuáles considera que son las ventajas más importantes de su empresa?
- ¿Cómo se siente con respecto a su competencia?
- ¿Cuáles eran las mayores fortalezas y debilidades del personal de su empresa?
- ¿Qué tipo de habilidades que considera les faltan a sus empleados?
- ¿Cómo evalúa los resultados de sus empleados?
- ¿Cuáles han sido los logros de su empresa en los últimos años?
- ¿Cuáles considera que son los aspectos más importantes de su trabajo?
- ¿Podría describir un día o semana habitual de su empresa?
- ¿Existe control de inventarios en su empresa?
- ¿Qué aspectos considera se deben mejorar en su empresa?
- ¿Qué características tiene los clientes o compradores?
- ¿Considera que sus clientes se encuentran satisfechos con su servicio?

Se realizó entrevista a 3 empleados con las siguientes preguntas:

- ¿Qué opinión da acerca de?
La empresa.
Su labor.
Clientes.
Área de trabajo.
- El gerente.
- ¿Qué aspectos mejoraría en el área de trabajo?
- ¿Qué aspectos mejoraría de la empresa?

La información recopilada de estas entrevistas proporciona una visión general del estado actual de la empresa el cual fue usado como base inicial del análisis realizado en la empresa. Para ver las respuestas de todas las entrevistas (Ver Anexo A. Entrevistas)

- La empresa. Mahe- muebles es una fábrica ubicada en el sur de Bogotá en la localidad Rafael Uribe Uribe, la cual se dedica a la elaboración de muebles rústicos para bares (Juegos de mesa y sillas) desde el año 2001. La fábrica cuenta con 6 empleados y es una sociedad familiar. Su estrategia de posicionamiento por producto se basa en la fabricación contra pedido, los cuales maneja poca materia prima, (Pinussylvestris l), sapan (Clathrotropisbrunneaamshoff) y puy (Tabebuiachrysantha). Existe diversidad en la línea de productos debido a que se produce de acuerdo a los requerimientos del cliente, los inventarios de productos terminados son casi nulos, la cadena de distribución frecuentemente es directa y los productos se venden por medio de catálogos para su respectiva fabricación.

Actualmente está constituida por el gerente, auxiliar administrativo, contador, coordinador de producción, coordinador ambiental y operarios, permitiendo que la organización funcione adecuadamente.

En cuanto la parte de recursos el capital proviene principalmente de la actividad económica de la empresa, entre ellos la fabricación, refacción, venta de materiales que proceden en el mismo proceso (Chatarra y tarros plásticos), aunque actualmente el aserrín, la viruta y la leña se regala a otras empresas para diferentes usos, entre ellos la elaboración de abonos, limpieza de excrementos de animales y la producción de carbón. El talento humano se destaca por personas que se ha ido capacitando mediante la experiencia que han adquirido durante varios años, “en esta actividad económica hay poca disponibilidad de la mano de obra con formación técnica referente a los procedimientos de la fabricación del bien”.

Lo sistemas de información manejados para lograr los objetivos de la organización es mediante investigación de fabricación de otras empresas, aportes generados

por los operarios y mecanismos que se desarrollan en la actualidad para lograr superar las ineficiencias que se presenten.

Los activos fijos como el terreno están ubicados en un sector industrial, la maquinaria, herramientas y equipos pertenecen al propietario de la empresa, al mismo tiempo algunos de ellos han sido diseñados para mejorar la eficiencia y eficacia del proceso. Respecto a los equipos de oficina como el computador e impresora no están disponibles en la organización ya que no es frecuente su utilización, por esta razón se realiza en otro punto de la ciudad. El vehículo utilizado para transportar la mercancía es propio de la empresa logrando menores costos en el traslado de la mercancía.

Los activos intangibles debido a que es una microempresa que se maneja de manera empírica no cuentan con este tipo de bienes, como las patentes ya que no utilizan la investigación para el desarrollo de los productos.

Las estrategias que maneja la empresa principalmente en la planta carecen de mecanismos para llevar a cabo tareas importantes, como falta de un sistema de planeación, programación y control que impide entregar los pedidos a tiempo; no tiene la información adecuada de necesidades como la materia prima, maquinaria y equipo, lo cual genera costos innecesarios a la organización debido a que se produce teniendo técnicas tradicionales. No tiene en cuenta diagramas de proceso, diseño de planta, toma de tiempos, etc.

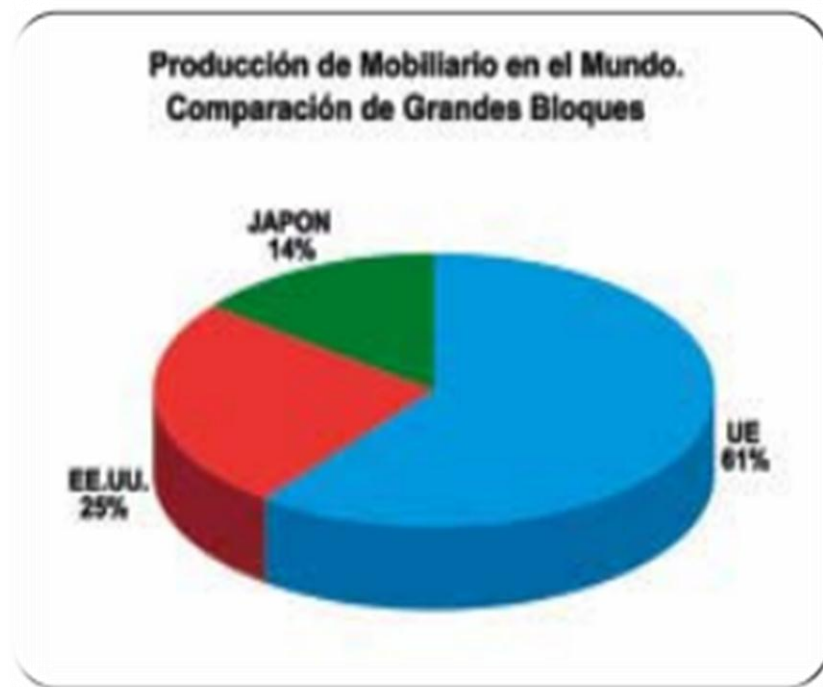
Con respecto al producto Mahe-muebles busca en los procesos técnicas que logre excelentes terminados la cual permite conseguir la calidad que satisfaga las necesidades del cliente; diferenciándolo con los demás competidores por eso en el mercado de este tipo de muebles la empresa se destaca por ser uno de los mejores fabricantes en el acabado del bien logrando competitividad y eliminar las incertidumbres para reaccionar a los cambios, la línea de muebles de bar y restaurante es poco convencional, pero debido a su importancia en la actualidad atrae gran cantidad de demanda. La publicidad se realiza de cliente a cliente, lo cual el producto no es reconocido completamente en Bogotá.

- Análisis externo. En el análisis externo de la compañía se inició por una visión global del mercado para así ir llegando al nicho de trabajo de la empresa.

Muebles de madera en el mundo. Mundialmente el sector de muebles en madera presenta gran crecimiento a principio de los años 70 aunque inicia su evolución a finales de los años 50, presentando inconvenientes de recesiones a lo largo de estos años de la misma manera que los demás sectores económicos.

En el mundo existen tres grandes bloques principales en cuanto a la producción de muebles de madera los cuales son Japón, Estados Unidos y la Unión Europea, se observa en el siguiente gráfico por porcentajes perteneciente a cada uno de estos países.

Gráfica 1. Producción de muebles en el mundo



Fuente: Tomado BERMUDEZ ALVITE, Jaime D. La industria del mueble. [Online].
Slideshare:<http://www.cismadera.com/downloads/art8.pdf>. 2011

Estados Unidos constituye el principal consumidor de muebles de madera, mercado que se abastece primordialmente de países como China y Canadá. Con la presencia del TLC entre Colombia y Estados Unidos este sector generará incrementos económicos en Estados Unidos y mecanismos de fabricación modernos para Colombia.

- Muebles de madera en Colombia. Colombia en relación con los demás países en cuanto al comercio de muebles en madera para el año 2002 se ubica en un punto medio aunque con valores bajos en relación con las grandes potencias del sector.

Tabla 1.Comercio de muebles de madera en Colombia

COMERCIO DE MUEBLES DE MADERA AÑO 2002

País	Comercio Total		Exportaciones		Importaciones	
	Valor (Us\$000)	Part. %	Valor (Us\$000)	Part. %	Valor (Us\$000)	Part. %
Estados Unidos	8,687,732	19.3%	550,523	2.5%	8,137,209	35.7%
Alemania	3,559,711	7.9%	1,847,058	8.3%	1,712,653	7.5%
Italia	3,202,961	7.1%	2,913,364	13.1%	289,597	1.3%
Canadá	2,498,133	5.5%	1,959,633	8.8%	538,500	2.4%
Francia	2,120,383	4.7%	809,146	3.6%	1,311,237	5.6%
China	2,114,968	4.7%	2,083,978	9.4%	30,990	0.1%
Reino Unido	2,054,887	4.6%	475,087	2.1%	1,579,800	6.9%
Dinamarca	1,509,179	3.4%	1,315,406	5.9%	193,773	0.9%
Bélgica	1,146,167	2.5%	550,953	2.5%	595,214	2.6%
Japón	1,081,368	2.4%	10,491	0.0%	1,070,877	4.7%
México	503,412	1.1%	375,418	1.7%	127,994	0.6%
Brasil	414,070	0.9%	410,586	1.8%	3,484	0.0%
Chile	52,195	0.1%	30,374	0.1%	21,821	0.1%
Venezuela	28,463	0.1%	762	0.0%	27,701	0.1%
Colombia	23,250	0.1%	19,058	0.1%	4,192	0.0%
República Dominicana	22,515	0.0%	3,555	0.0%	18,960	0.1%
Guatemala	17,898	0.0%	4,845	0.0%	13,053	0.1%
El Salvador	16,132	0.0%	3,547	0.0%	12,585	0.1%
Panamá	15,659	0.0%	337	0.0%	15,322	0.1%
Perú	14,281	0.0%	9,446	0.0%	4,835	0.0%
Jamaica	12,950	0.0%	306	0.0%	12,644	0.1%
Honduras	12,855	0.0%	5,080	0.0%	7,775	0.0%
Costa Rica	12,493	0.0%	1,856	0.0%	10,637	0.0%
Argentina	11,834	0.0%	9,988	0.0%	1,846	0.0%
Bolivia	11,610	0.0%	8,254	0.0%	3,356	0.0%
Ecuador	9,854	0.0%	3,036	0.0%	6,818	0.0%
Uruguay	8,137	0.0%	517	0.0%	5,620	0.0%
Nicaragua	5,319	0.0%	1,185	0.0%	4,134	0.0%
Paraguay	1,717	0.0%	494	0.0%	1,223	0.0%
Mundo	45,037,142	100.0%	22,248,155	100.0%	22,788,987	100.0%
ALCA	12,411,834	27.6%	3,401,639	15.3%	9,010,195	39.5%
CAN	87,458	0.2%	40,556	0.2%	46,902	0.2%
MERCOSUR	433,758	1.0%	421,585	1.9%	12,173	0.1%
NAFTA	11,689,277	26.0%	2,885,574	13.0%	8,803,703	38.6%
UE-15	18,105,932	40.2%	9,891,226	44.5%	8,214,706	36.0%

Fuente: Tomado de MONTEALEGRE H, Carlos E. Economía de la madera Caso Colombia.
 [Online]. Document pdf: http://www.almamater.edu.co/Memorias.PDF/2.0.Economia.de.la.Madera_Carlos.Montealegre_Coruniversitaria.pdf. 2011

En Colombia el sector de muebles en madera es de poca magnitud ya que representa un porcentaje de 0.5% de las industrias colombianas teniendo una participación en el PIB manufacturero de 0.4% y 1.6% respecto a empleo. Solo se caracterizan siete empresas que tiene entre 350 y 500 empleados cada una dedicadas mayormente a la producción de muebles de oficina, las demás industrias de esta labor que representan un 92% son de tamaño pequeño o mediano con menos de 5 empleados, comúnmente artesanal y poco desarrolladas tecnológicamente, el 35% de estas industrias son talleres pequeños de carpintería general. Bogotá siendo el principal centro del mueble cuenta con más del 40% de la producción nacional a la cual siguen ciudades como Medellín, Cali, Popayán, Pasto y por último la Costa Atlántica que cuenta con menos del 10%. (Cadena Forestal y Madera en Colombia, 1991 - 2005).

- Muebles de madera en Bogotá. Bogotá tiene los valores más altos en cuanto a participación en el sector de muebles en madera con respecto a los demás departamentos del país.

Tabla 2.Participación de muebles de madera por departamento

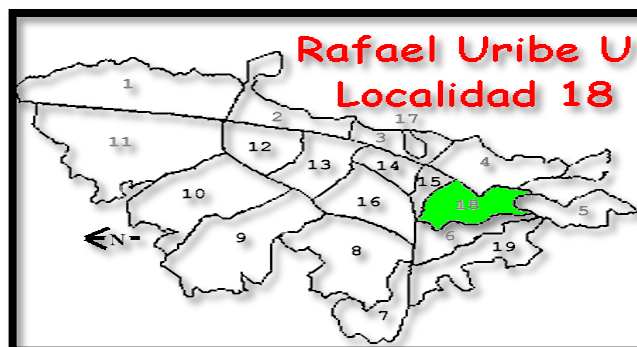
PRODUCTO	% DE PARTICIPACIÓN POR DEPARTAMENTO						
	Bogotá	Antioquia	Valle	Quindío	C/marca	Bolívar	Otros
Muebles para el hogar	41	20	13	6	0	0	20
Madera aserrada	0	7	73	0	0	7	13
Muebles para oficina y uso industrial	48	12	13	0	21	0	6

Fuente: ARIAS. Plinio Antonio, ROJAS MORENO. Alexandra, CUESTA. Claudia Esperanza, MORALES CASTAÑEDA. Alexis. Agenda interna para la productividad y la competitividad – dnp 2007.[Online].Documento
pdf:http://www.minagricultura.gov.co/archivos/agenda_forestal_madera_muebles_en_bogota_y_cundinamarca.pdf. 2011

Los muebles en madera producidos en Bogotá son vendidos el 90.9 %, lo cual 45% representa la ciudad y el 45,9% en otros centros urbanos y el 9.1% restante en mercados internacionales. La ubicación central en el país permite el abastecimiento de materia prima de diferentes regiones.

- Muebles de madera en la localidad Uribe Uribe

Figura7. Muebles de madera en la localidad Rafael Uribe



Fuente: ARIAS. Plinio Antonio, ROJAS MORENO. Alexandra, CUESTA. Claudia Esperanza, MORALES CASTAÑEDA. Alexis. Agenda interna para la productividad y la competitividad – dnp 2007.[Online].Documento
pdf:http://www.minagricultura.gov.co/archivos/agenda_forestal_madera_muebles_en_bogota_y_cundinamarca.pdf. 2011

El 2,9% de las empresas en Bogotá equivalen a 6.516, estas se ubican en la localidad de Rafael Uribe Uribe, la localidad tiene con una estructura empresarial concentrada en el sector de los servicios con un 70%, la industria con 25% y otras empresas que representan el 5%. Las empresas dedicadas a la fabricación de muebles se concentraron en los barrios Santa Lucía, Olaya, Libertador, inglés y Claret.

Cuadro 8. Empresas en Rafael Uribe según sector económico

Cuadro 2.1. Empresas en Rafael Uribe Uribe según sector económico y tamaño, 2006

Sector	Microempresas	Pequeñas	Medianas	Grandes	Total
Comercio y reparación de vehículos automotores	2.569	54	2	-	2.625
Industrias manufactureras	1.512	88	4	-	1.604
Hoteles y restaurantes	565	5	0	0	570
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	484	9	0	1	494
Otras actividades de servicios comunitarios, sociales	331	8	0	0	339
Construcción	285	2	1	0	288
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	270	3	0	0	273
Servicios sociales y de salud	112	3	0	2	117
Educación	83	1	0	0	84
Intermediación financiera	30	0	0	0	30
Agricultura	22	0	0	0	22
Suministro de electricidad, gas y agua	13	0	0	0	13
Explotación de Minas y Canteras	6	1	0	0	7
Pesca	1	0	0	0	1
No informa	48	1	0	0	49
Total	6.331	175	7	3	6.516

Fuente: ARIAS. Plinio Antonio, ROJAS MORENO. Alexandra, CUESTA. Claudia Esperanza, MORALES CASTAÑEDA. Alexis. Agenda interna para la productividad y la competitividad – dnp 2007.[Online].Documento
pdf:http://www.minagricultura.gov.co/archivos/agenda_forestal_madera_muebles_en_bogota_y_cundinamarca.pdf. 2011

- Análisis DOFA: Con respecto a la información recopilada de la empresa e investigación realizada en base datos sobre aspectos importantes del sector maderero se realizó el siguiente análisis:

Cuadro 9. Oportunidades y amenazas

Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • La ubicación central en el país permite el abastecimiento de materia prima de diferentes regiones. • Posibilidad de realizar ventas directas a los clientes. • Facilidad de innovación. • El mercado de muebles para bar y restaurantes esta poco explotado. • La mayoría de empresas de país dedicadas a este sector son pequeñas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de precio de materias primas por parte del proveedor. • No cumplir con las metas de ventas propuestas • Competidores • TLC con estados unidos. • Colombia no cuenta con bosques certificados.

Fuente: Autores 2012.

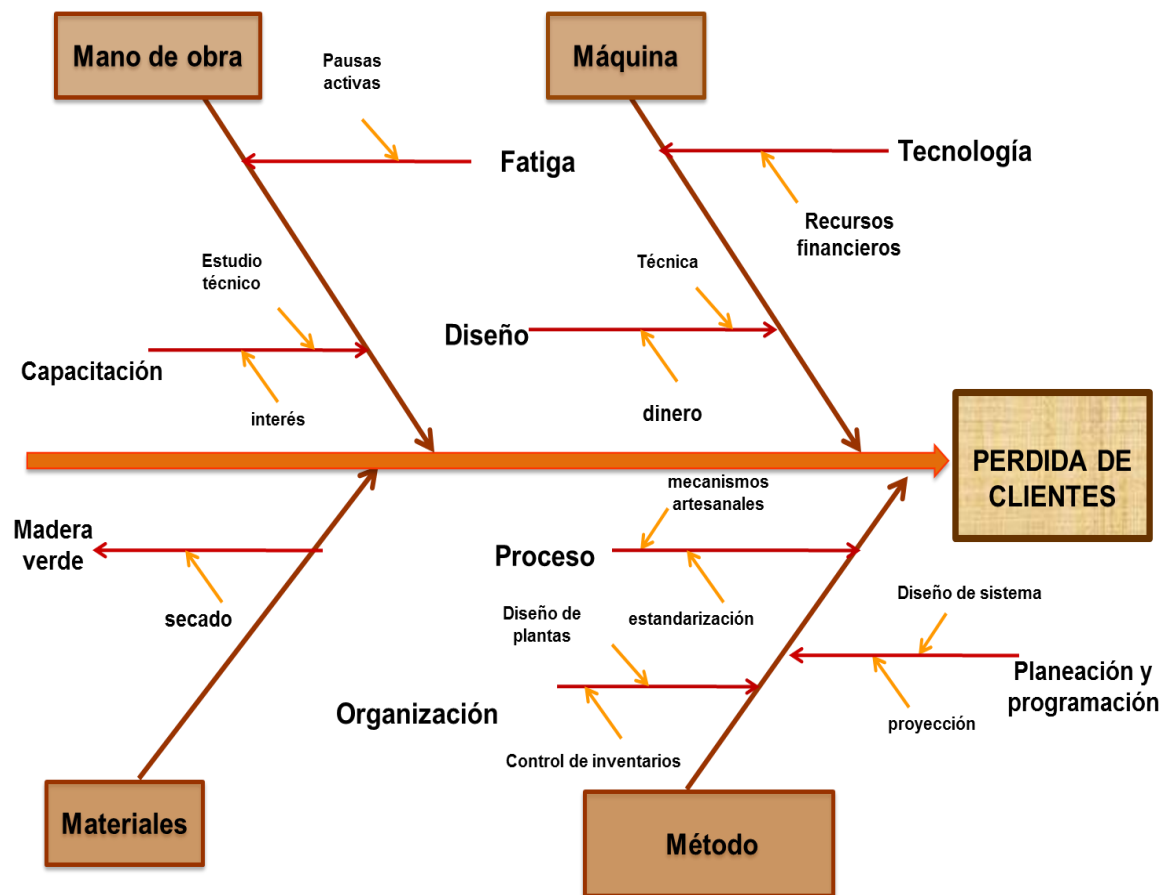
Cuadro 10. Fortalezas y debilidades

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar calidad • Materiales de alta durabilidad. • Utilizan materia prima inmunizada que permite proteger la madera de organismos destructores. • Diseños nuevos, innovadores y artesanales • Precios razonables • Necesidad de poca materia prima. • Compran materia prima reciclable como las estibas contribuyendo al medio ambiente • Diversidad en productos • Generación de empleo • Mano de obra en disposición de trabajar • Diseño de máquinas para la eficiencia de los procesos. • Comercialización directa con el cliente. • Cuenta con transporte propio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de sistemas de planeación de la producción • No hay manejo de inventarios • Entrega de pedidos fuera del tiempo. • Falta de claridad en los procesos • Falta de organización definida • No presencia de punto de atención al cliente. • Carencia de algunos aspectos legales. • Falta de publicidad • Poca mano de obra con estudios técnicos.

Fuente: Autores 2012.

3.1.2 Diagrama de causa y efecto. Se utilizó el diagrama de Ishikawa para centrarnos en analizar el principal problema de la empresa (La pérdida de clientes) ya que al comparar los años 2011 con 2010 las ventas de todos los productos bajaron un 14% representando pérdidas económicas a la organización. Se establecieron causas primarias entre ellas la maquinaria, mano de obra, materiales y método para indagar las secundarias y determinar cuál es el principal motivo.

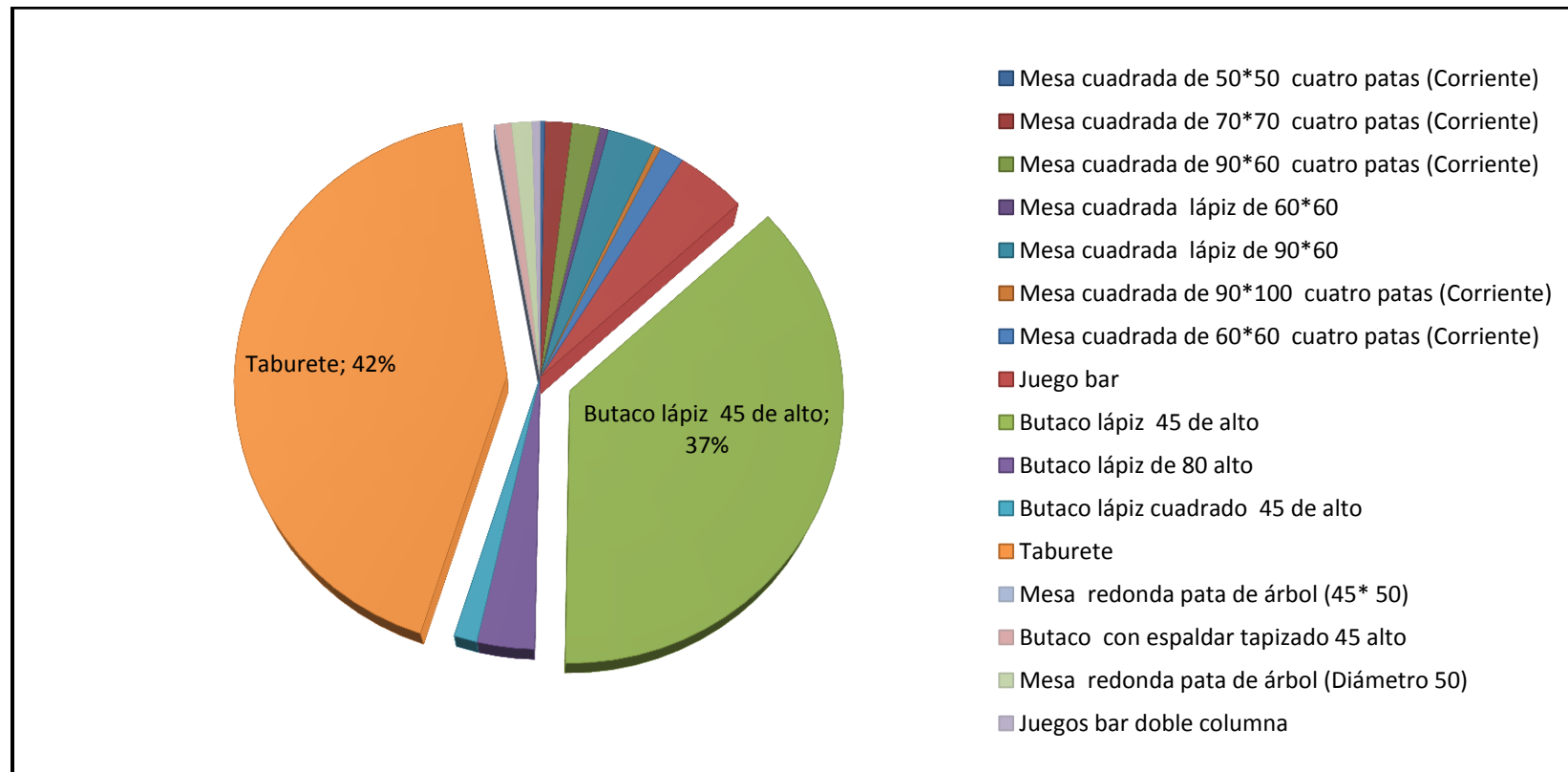
Figura 8. Diagrama causa y efecto



Fuente: Autores 2012.

3.1.3 Análisis de productos. Se recopiló la información necesaria sobre la cantidad de productos fabricados durante 3 años consecutivos (2009, 2010 y 2011), para conocer cuáles son los muebles que solicitan los clientes con mayor frecuencia con el fin de establecer el sistema de planeación, programación y control de ellos.

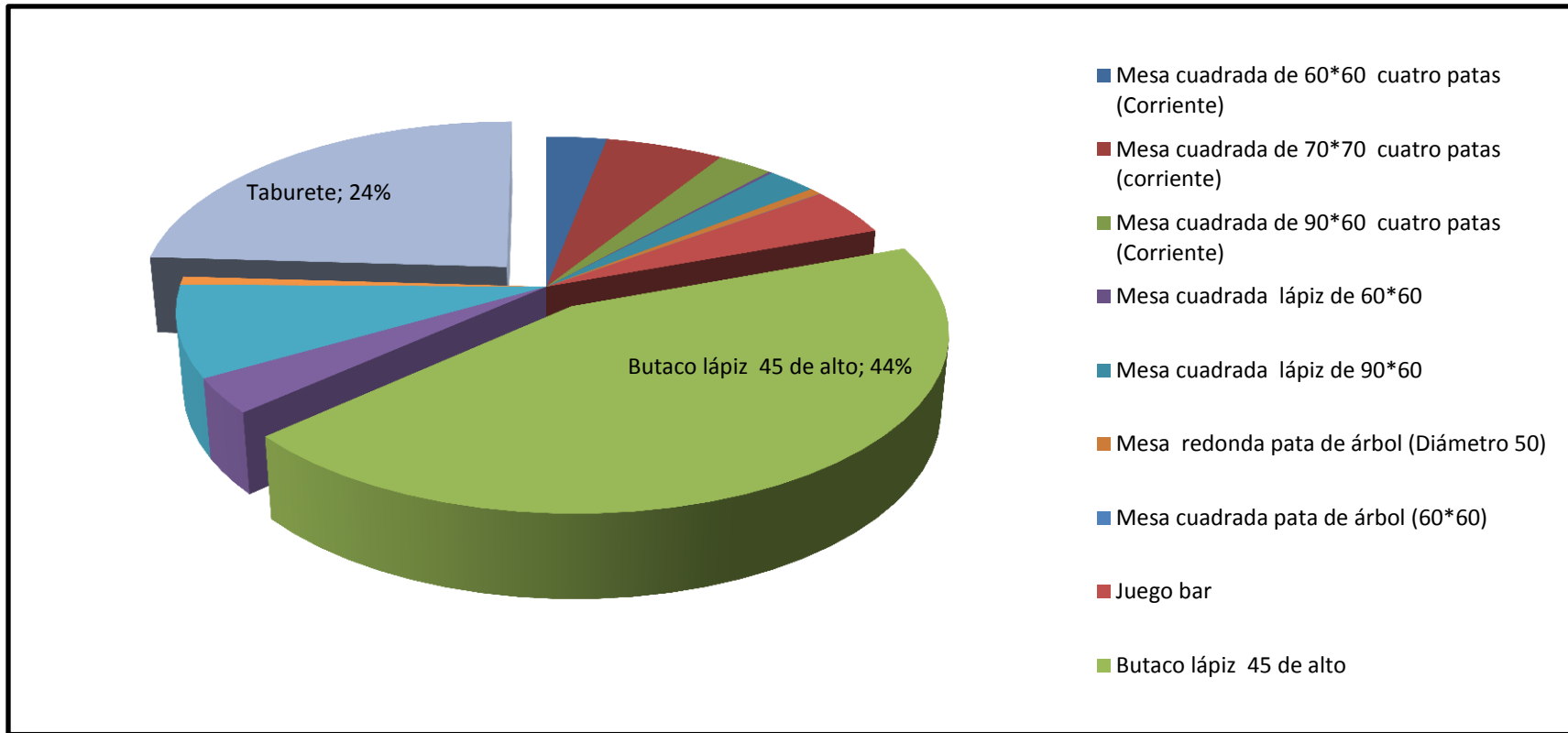
Gráfica 2. Cantidad de productos fabricados año 2009



Fuente: Autores 2012.

Se puede evidenciar que en el año 2009 el Taburete tuvo un porcentaje representativo de 42% y el Butaco del 37% logrando el 77% de las ventas en la empresa.

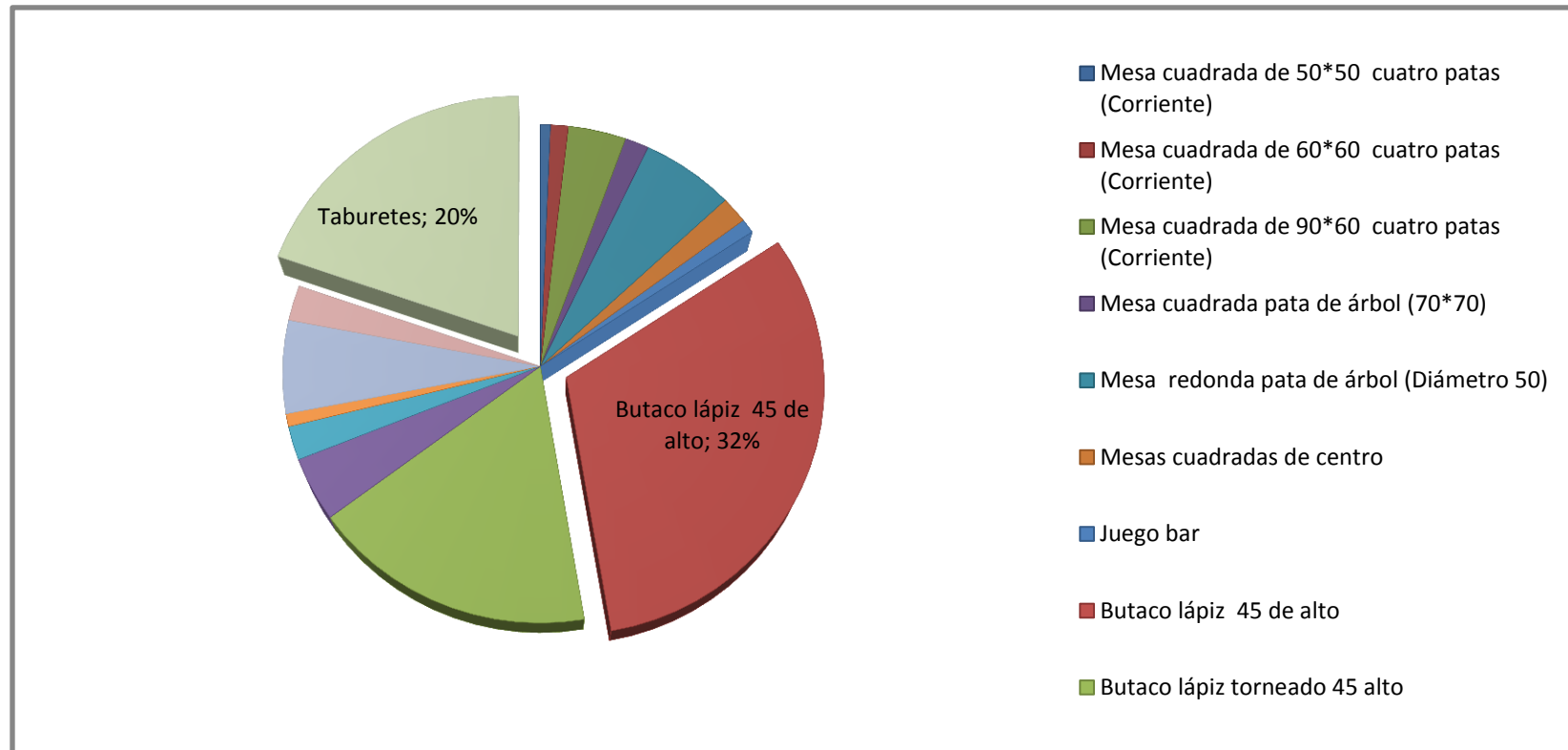
Gráfica 3. Cantidad de productos fabricados año 2010



Fuente: Autores 2012.

En el año 2010 el Butaco lápiz aumentaron sus ventas en un 2% con respecto al año anterior con un porcentaje del 44% y el Taburete baja las ventas en un 18% en comparación al 2010 pero sigue siendo uno de los productos que generan mayor demanda.

Gráfica 4. Cantidad de productos fabricados año 2011



Fuente: Autores 2012.

En el 2011 se puede observar que el Butaco lápiz de 45 obtiene un porcentaje del 32% disminuyendo las ventas con respecto a los años anteriores debido la fabricación de un Butaco torneado de la misma familia con un porcentaje del 17%. El Taburete genera un 20% de ventas declinando con respecto al año 2009 y 2010 pero se ubican como uno de los productos que generan mayores utilidades en la empresa.

3.1.4 Diagramas de Pareto. Se realizó el diagrama de Pareto de los productos fabricados en los períodos 2009, 2010 y 2011 para establecer cuáles son los muebles que tienen mayor rotación donde se obtuvo dos productos importantes que establecieron un comportamiento porcentual de acuerdo con la demanda.

- Período 2009

Cuadro 11. Datos para diagrama de Pareto año 2009

Producto	Cantidad	Total acumulado	Composición porcentual	Porcentaje acumulado
Taburete	1740	1740	42%	42%
Butaco lápiz	1524	3264	37%	79,281%
Juego bar	178	3442	4%	83,605%
Butaco lápiz de 80 alto	136	3578	3%	86,908%
Mesa cuadrada lápiz de 90*60	122	3700	3%	89,871%
Mesa cuadrada de 90*60 cuatro patas (Corriente)	70	3770	2%	91,572%
Mesa cuadrada de 70*70 cuatro patas (Corriente)	68	3838	2%	93,223%
Mesa cuadrada de 60*60 cuatro patas (Corriente)	61	3899	1%	94,705%
Butaco lápiz cuadrado 45 de alto	55	3954	1%	96,041%
Mesa redonda pata de árbol (Diámetro 50)	51	4005	1%	97,280%
Butaco con espaldar tapizado 45 alto	40	4045	1%	98,251%
Mesa cuadrada lápiz de 60*60	21	4066	1%	98,761%

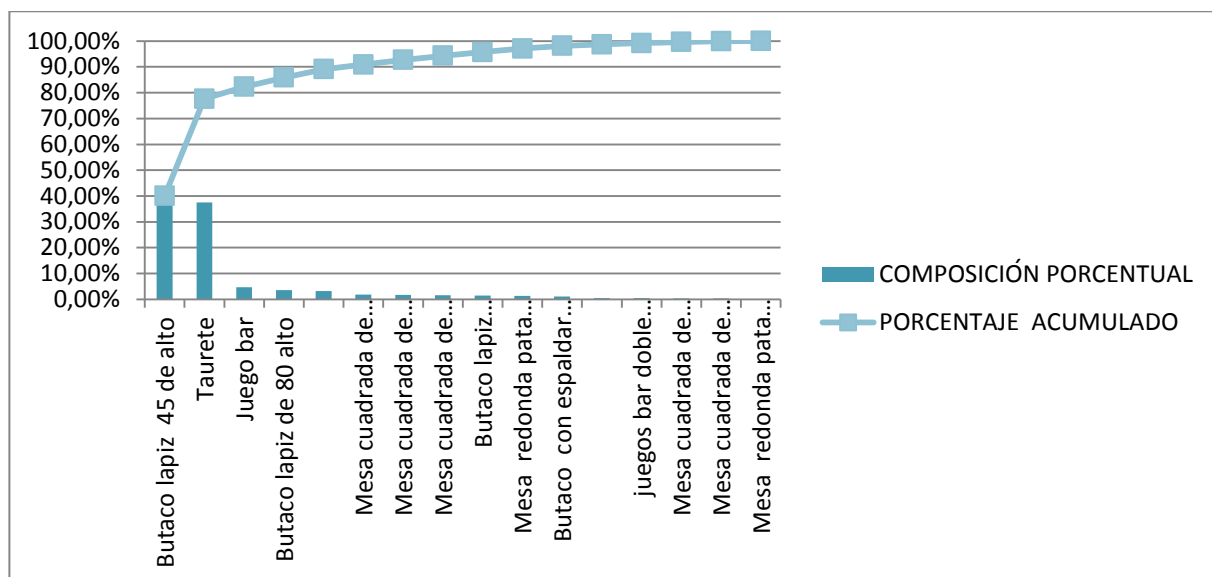
Cuadro 11. (Continuación)

Producto	Cantidad	Total acumulado	Composición porcentual	Porcentaje acumulado
Juegos bar doble columna	20	4086	0%	99,247%
Mesa cuadrada de 90*100 cuatro patas (Corriente)	15	4101	0%	99,611%
Mesa cuadrada de 50*50 cuatro patas (Corriente)	12	4113	0%	99,903%
Mesa redonda pata de árbol (45* 50)	4	4117	0%	100,000%
TOTAL	1740	1740	42%	

Fuente: Autores 2012.

En el cuadro se evidencia que Taburete tiene composición porcentual del 42% y el Butaco lápiz de 37% demostrando que estos dos productos son los que generan mayores ventas estableciendo un 77,9% de producción en la empresa.

Gráfica 5. Diagrama de Pareto año 2009



Fuente: Autores 2012.

- Período 2010

Cuadro 12. Datos para diagrama de Pareto año 2010

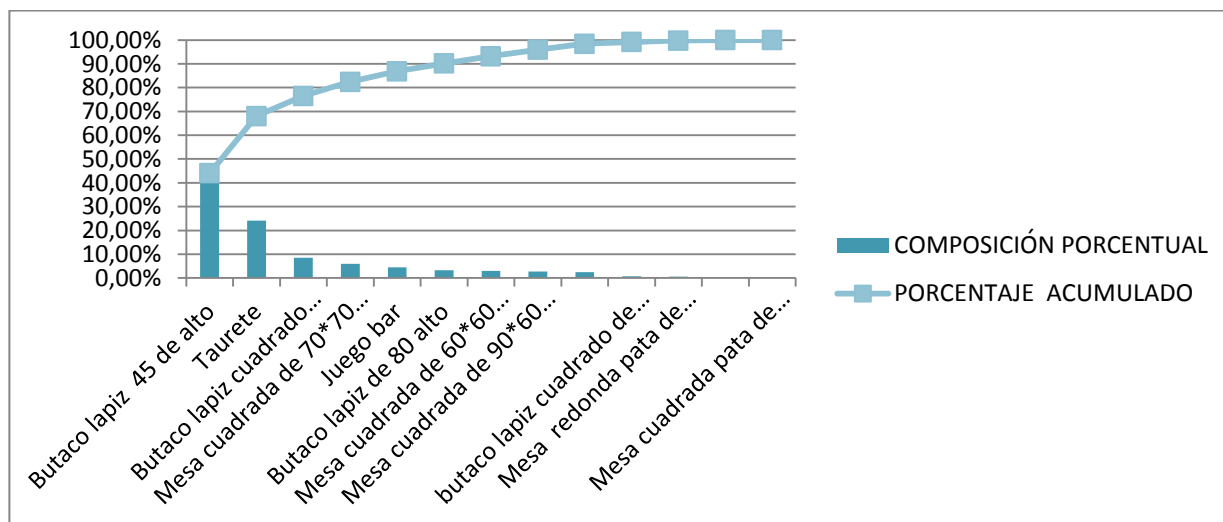
Producto	Cantidad	Total acumulado	Composición porcentual	Porcentaje acumulado
Butaco lápiz 45 de alto	1492	1492	44,01%	44,01%
Taburete	815	2307	24,04%	68,05%
Butaco lápiz cuadrado 45 de alto	287	2594	8,47%	76,52%
Mesa cuadrada de 70*70 (Corriente) cuatro patas	201	2795	5,93%	82,45%
Juego bar	150	2945	4,42%	86,87%
Butaco lápiz de 80 alto	111	3056	3,27%	90,15%
Mesa cuadrada de 60*60 cuatro patas (Corriente)	102	3158	3,01%	93,16%
Mesa cuadrada de 90*60 cuatro patas (Corriente)	94	3252	2,77%	95,93%
Mesa cuadrada lápiz de 90*60	84	3336	2,48%	98,41%
Butaco lápiz cuadrado de 80 alto	26	3362	0,77%	99,17%
Mesa redonda pata de árbol (Diámetro 50)	21	3383	0,62%	99,79%
Mesa cuadrada lápiz de 60*60	6	3389	0,18%	99,97%
Mesa cuadrada pata de árbol (60*60)	1	3390	0,03%	100,00%
TOTAL	3390		100%	

Fuente: Autores 2012.

Según los datos calculados para realizar el diagrama de Pareto en el año 2010 el Butaco lápiz de 45 de alto proyecta un resultado del 44 % y el Taburete del 24%

logrando una porcentaje acumulado del 68% lo cual se concluye que los demás productos fabricados en la empresa hacen parte 32% de las ventas.

Gráfica 6. Diagrama de Pareto año 2010



Fuente: Autores 2012.

- Período 2011

Cuadro 13. Datos para diagrama de Pareto año 2011

Producto	Cantidad	Total acumulado	Composición porcentual	Porcentaje acumulado
Butaco lápiz 45 de alto	1378	1378	32%	31,59%
Taburetes	860	2158	19,71573%	51,31%
Butaco lápiz torneado 45 alto	763	2921	17,49198%	68,80%
Butaco jarrón tapizado	263	3184	6,02934%	74,83%
Mesa redonda pata de árbol (Diámetro 50)	262	3446	6,00642%	80,83%
Butaco lápiz de 80 alto	180	3626	4,12655%	84,96%
Mesa cuadrada de 90*60 cuatro patas (Corriente)	163	3789	3,73682%	88,70%
Butaco jarrón tapa madera	100	3889	2,29253%	90,99%
Butaco lápiz cuadrado 45 de alto	95	3984	2,17790%	93,17%
Mesas cuadradas de centro	76	4060	1,74232%	94,91%

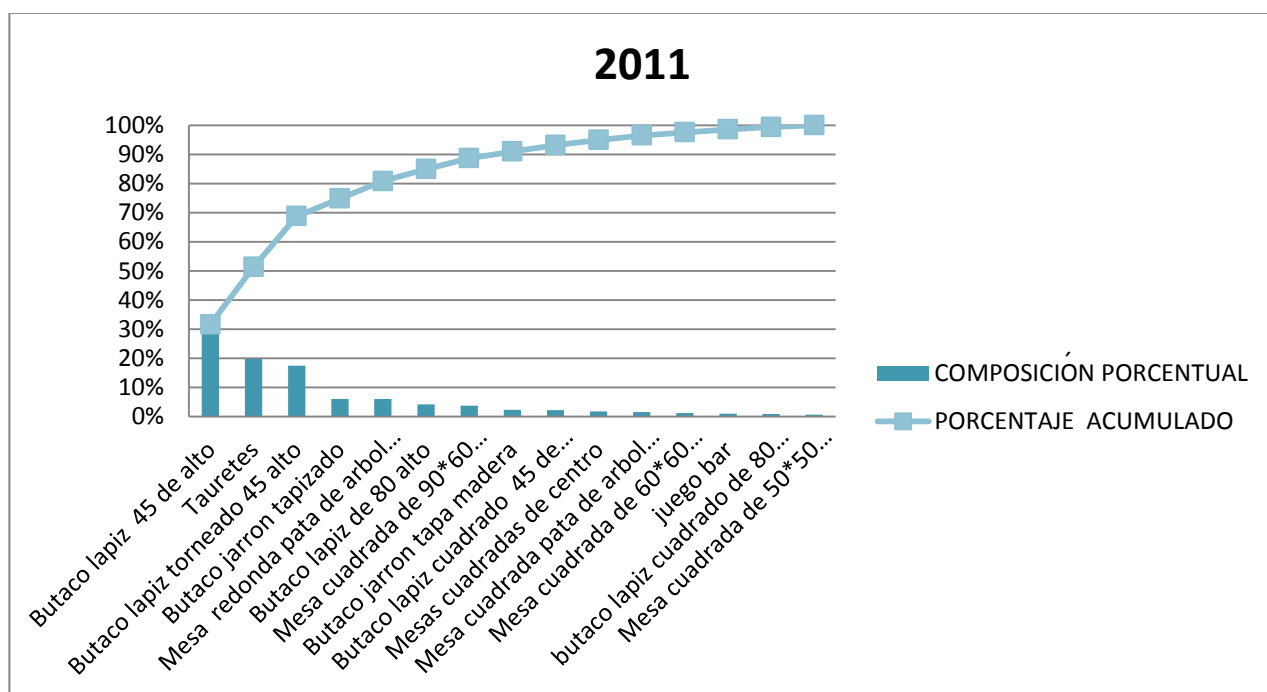
Cuadro 13. (Continuación)

Producto	Cantidad	Total acumulado	Composición porcentual	Porcentaje acumulado
Mesa cuadrada pata de árbol (70*70)	67	4127	1,53599%	96,45%
Mesa cuadrada de 60*60 cuatro patas (Corriente)	50	4177	1,14626%	97,59%
juego bar	41	4218	0,93994%	98,53%
Butaco lápiz cuadrado de 80 alto	36	4254	0,82531%	99,36%
Mesa cuadrada de 50*50 cuatro patas (Corriente)	28	4282	0,64191%	100,00%
TOTAL	4362		100,00%	

Fuente: Autores 2012

Durante el año 2011 el Butaco lápiz de 45 de alto representa el 32% de ventas en la empresa y el Taburete el 20% evidenciando mayor demanda en estos productos, el Butaco lápiz torneado representa el 17% absorbiendo las ventas del Butaco lápiz convencional.

Gráfica 7. Diagrama de Pareto año 2011



Fuente: Autores 2012.

- Período 2012

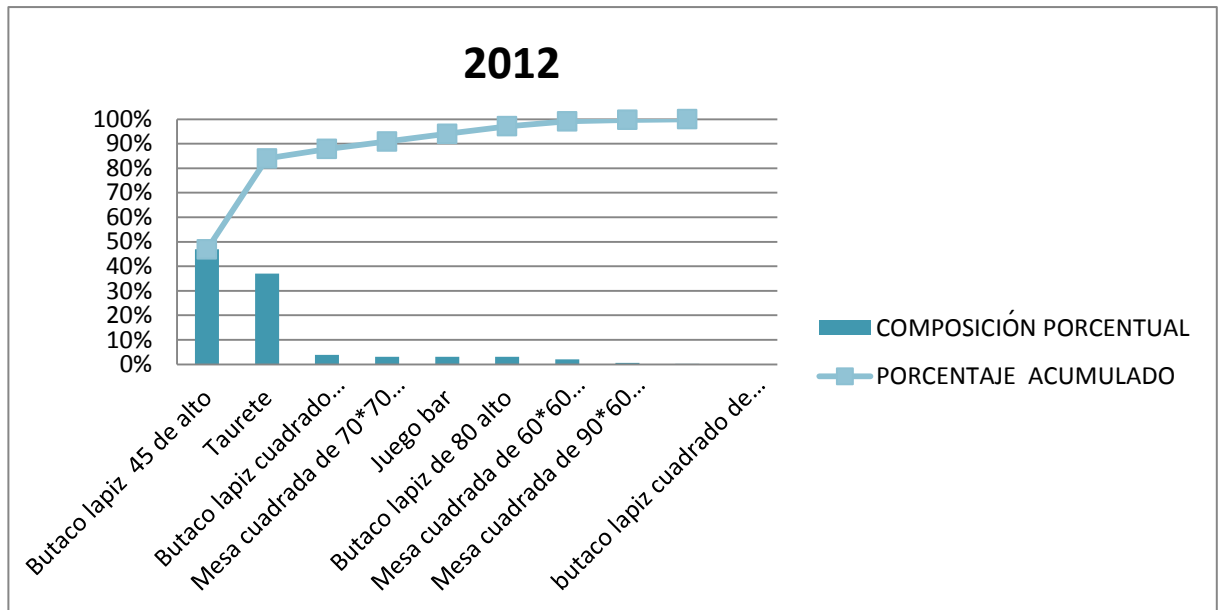
Cuadro 14. Datos para diagrama de Pareto

Producto	Cantidad	Total acumulado	Composición porcentual	Porcentaje acumulado
Butaco lápiz 45 de alto	378	378	47%	47%
Taburete	299	677	37%	84%
Mesa cuadrada de (90*60)	31	708	4%	88%
Mesa cuadrada pata de árbol (70*70)	25	733	3%	91%
Mesa redonda pata de árbol (Diámetro 50)	25	758	3%	94%
Mesas cuadrada DE (70*70)	25	783	3%	97%
Mesa cuadrada de 60*60 cuatro patas (Corriente)	16	799	2%	99%
Mesa cuadrada de 50*50 cuatro patas (Corriente)	5	804	1%	100%
Mesa cuadrada de 100*60 cuatro patas (Corriente)	2	806	0%	100%
TOTAL	806		100%	

Fuente: Autores 2012.

Durante los primeros meses del 2012 se observa que el Butaco lápiz de 45 de alto tiene una composición porcentual de 47% y el Taburete del 37% representando el 94% de las ventas en los 3 meses lo cual evidencia que estos dos productos son los que más se producen en la empresa y por ende tiene mayor demanda.

Gráfica 8. Diagrama de Pareto año 2012



Fuente: Autores 2012.

3.2 TÉCNICAS DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL

Se realizan las siguientes acciones con el fin de determinar las técnicas de planeación, programación y control adecuadas para trabajar con los 2 productos previamente seleccionados

3.2.1 Diagrama de planta. Durante la observación realizada a la empresa se detalla el proceso realizado para la fabricación de los productos en las instalaciones por lo cual se considera necesaria la especificación de recorrido de producto y ubicación de área de producción para lo cual se obtienen diagramas de planta en los que se establece cada espacio y el uso al que está destinado.

El área de trabajo cuenta con un espacio de 133 metros cuadrados en el cual hay 9 máquinas y cuenta con el trabajo de 6 empleados.

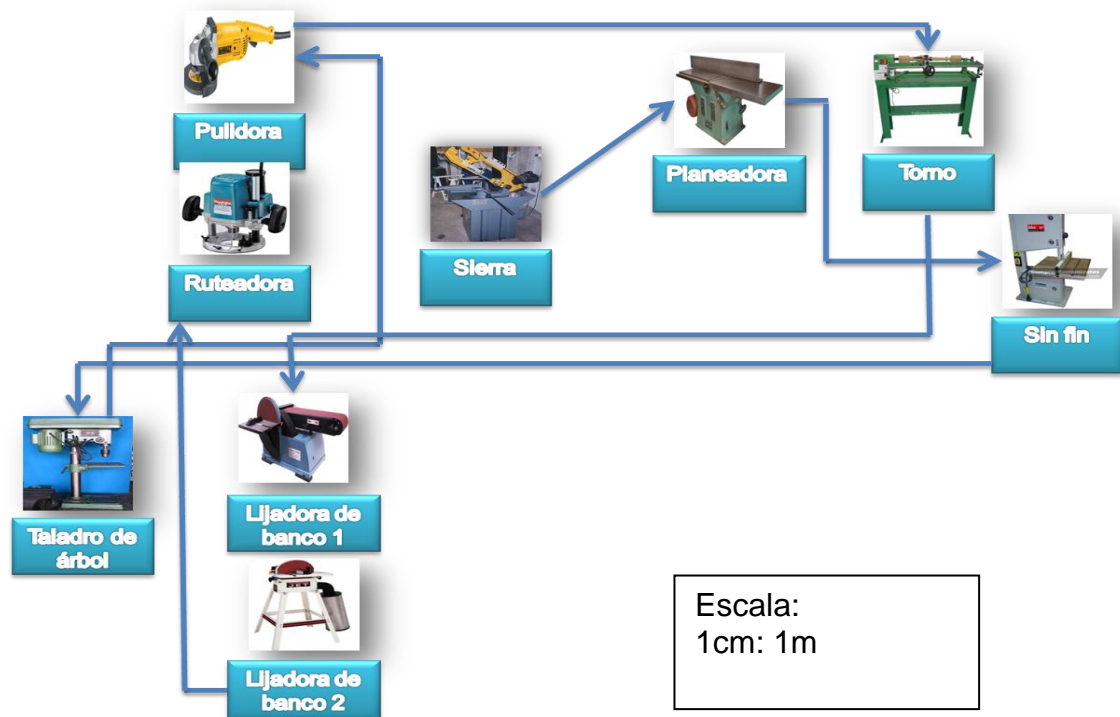
A continuación se encuentra el diagrama obtenido

The image displays a detailed architectural floor plan of a house, overlaid with a complex electrical wiring diagram. The plan includes rooms such as the Sala (Living Room), Cocina (Kitchen), Comedor (Dining Room), Baño (Bathroom), and several bedrooms (Dormitorio). The electrical diagram shows the placement of switches, outlets, and lighting fixtures, connected by a network of lines representing the wiring. A legend on the right side of the plan defines the symbols used for various electrical components. The plan also features a north arrow and a scale bar.

Fuente: Tomado y adaptado Autores, 2012

Basados en la observación realizada se genera un diagrama de secuenciación de maquinaria especificando el camino que lleva el producto en proceso dentro del área de trabajo

Figura10. Recorrido de producto en el área de trabajo



Fuente: Autores 2012.

En este diagrama se observa largas distancias que recorre el producto en proceso para pasar de una operación a la otra debido a que la ubicación de las máquinas no es acorde a la secuencia de uso de maquinaria.

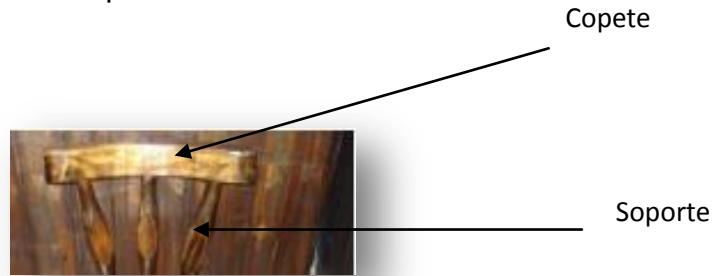
3.2.2 Descripción de los procesos de los productos seleccionados. Se realiza con el fin de conocer el procedimiento de cada producto y facilitar la tomar los tiempos de cada proceso.

- Proceso de un Butaco lápiz

A. parte superior

- Copete (Espaldar).
- Soporte (3 palos).

Figura 11. Parte superior butuco lápiz

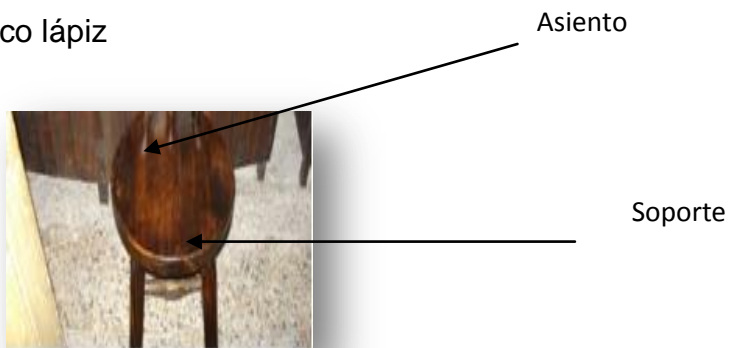


Fuente: Empresa Mahe-muebles. 2012

B. Parte inferior

- Asiento.
- Soporte (7 palos).

Figura 12. Parte inferior butuco lápiz



Fuente: Empresa Mahe-muebles. 2012

- Proceso de Taburete
El proceso se realiza en 3 partes.
 1. Parte trasera de la silla
 - Cuerpo.
 - Soportes.
 2. Asiento
 - Tabla.
 - 4 Soportes.

3. Parte delantera de la silla

- Soportes.
- 6 soportes.

Figura 13. Partes de un Taburete



Fuente: Empresa Mahe-muebles. 2012

3.2.3 Toma de tiempos. La toma de tiempos de cada proceso de los productos seleccionados permite estandarizar cada tarea determinada teniendo en cuenta consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.

Posteriormente al establecimiento del proceso que sigue cada producto se realiza la toma de tiempos por cronómetro, se toman 30 repeticiones por operación debido a que los tiempos de cada ciclo presentan una desviación estándar baja no mayor a 1, teniendo en cuenta también los trabajos realizados por Niebel Benjamín en su libro en el cual establece la siguiente tabla:

Tabla 3. Guía para determinar número de ciclos

Tiempo de ciclo en min	Número recomendado de ciclos
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
40.00 o más	3

Fuente: Ingeniería Industrial. Estudio de tiempos y movimientos Niebel Benjamín. 2012

Debido a que el tiempo por ciclo de cada operación es de menos de 1 minuto y basados en el cuadro anterior se establece tomar 30 ciclos de tiempos.

Se inicia la toma de tiempos con el operario que está encargado de realizar cada operación y se efectúa las repeticiones correspondientes. Para obtener el tiempo estándar se determina el factor de velocidad por medio de observaciones el cual se establece como 0.9 es decir 90 %, también se determinan los suplementos basada en el cuadro de la OIT para tolerancias.

Cuadro 15. Tolerancias o suplementos de la OIT

1. Suplementos constantes

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

2. Suplementos variables

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4
A. Concentración intensa		
Trabajos de cierta precisión	0	0
Trabajos precisos o fatigosos	2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
B. Ruido		
Continuo		0
Intermitente y fuerte	0	2
Intermitente y muy fuerte	2	5
Estridente y fuerte	5	
C. Tensión mental		
Proceso bastante complejo	1	
Proceso complejo o atención dividida entre mucho objetos	4	1
Muy complejo	8	4
		8

Cuadro 15. (Continuación)

<p>D. Monotonía</p> <p>Trabajo algo monótono</p> <p>Trabajo bastante monótono</p> <p>Trabajo muy monótono</p>	<p>0</p> <p>1</p> <p>4</p>	<p>0</p> <p>1</p> <p>4</p>
<p>E. Tedio</p> <p>Trabajo algo aburrido</p> <p>Trabajo bastante aburrido</p> <p>Trabajo muy aburrido</p>	<p>0</p> <p>2</p> <p>5</p>	<p>0</p> <p>1</p> <p>2</p>

Fuente: Introducción al estudio del trabajo, segunda edición. OIT. 2012

De acuerdo al anterior cuadro se tienen en cuenta las tolerancias necesarias para los procesos realizados en la empresa, debido a que las labores realizadas son similares y representan las mismas condiciones de trabajo se establece un único valor de suplemento para todos los procesos, dicho porcentaje es de 19% .

A continuación se especifican las condiciones establecidas en la empresa y su valor respectivo

Cuadro 16. Suplementos escogidos para el presente trabajo

1. Suplementos constantes	Hombres
A. Suplemento por necesidades	5
B. Suplemento base por fatiga	4
2. Suplementos variables	Hombres
C. Suplemento por trabajar de pie	2
D. Suplemento por postura anormal Incomoda (Inclinado)	2
E. Uso de fuerza energía muscular (Levantar, tirar, empujar) Peso levantado [Kg] 2.5	0
F. Mala iluminación Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0
G. Condiciones atmosféricas Índice de enfriamiento Kata 16	0
H. Concentración intensa Trabajos precisos o fatigosos	2
I. Ruido Intermitente y fuerte	2
J. Tensión mental Proceso bastante complejo	1
K. Monotonía Trabajo bastante monótono	1
A. Tedio Trabajo algo aburrido	0

Fuente: Tomado y adaptado Autores, 2012.

Total de tolerancias: 19 %

Inicialmente se agregan los suplementos constantes por necesidades las cuales incluyen ir al baño o algún tipo de descanso y el suplemento por fatiga, se tiene en cuenta solo los datos para hombres ya que las labores de procesamiento del producto en la empresa la realizan exclusivamente a ellos, posteriormente se suman los siguientes suplementos:

- Por trabajar de pie ya que por las máquinas utilizadas no se debe trabajar en otra posición.
- Por postura anormal, el operario debe inclinarse ligeramente hacia adelante para realizar su labor
- Uso de fuerza energía muscular, el peso trabajado no es superior a los 2.5 Kg
- Mala iluminación, la luz presente en el área es ligeramente menos a la necesaria para este tipo de trabajo
- Condiciones atmosféricas, estas condiciones no presentan datos anormales en la empresa
- Concentración intensa, debido a la precisión del trabajo ya que se presenta necesaria el seguir un molde o tener una medida exacta para un producto de excelente presentación y calidad.
- Ruido. algunas de las máquinas presentan ruido fuerte de manera intermitente ya que no están prendidas en todo momento.
- Tensión mental por la complejidad y precisión necesaria del proceso, para evitar accidentes.
- Monotonía, el trabajo realizado es repetitivo.
- Tedio, se puede considerar un trabajo ligeramente aburrido.

Con estos datos tomados se establecen los tiempos estándar para cada proceso se muestra el formato de tiempo de la realización de la parte superior del Butaco lápiz, para ver tablas de tiempos de los demás procesos del mismo producto y del Taburete (Ver anexos C)

Cuadro 17. Formato tiempos del Butaco parte superior

(Ver hipervínculo). [FORMATO DE TIEMPOS BUTACO.xlsx](#)

Fuente: Autores 2012.

A continuación se muestra tablas resumen de los tiempos estándar por parte del proceso es decir se agrupan los tiempos por partes y se hace una sumatoria.

Cuadro 18. Tiempos estándar Butaco

Parte		Tiempo (Minutos)
Parte superior	Copete	157,053
	Soporte	38,474
Parte inferior	Asiento	178,432
	Soporte	48,418
Ensamble		5,971

Fuente: Autores 2012.

Cuadro 19. Tiempos estándar Taburete

Parte		Tiempo (Minutos)
Parte trasera	Cuerpo	212,71
	Soportes	99,07
Asiento		60,71
Soporte		79,95
Ensamble		4,43

Fuente: Autores 2012.

Los tiempos específicos de cada proceso se encuentran en los diagramas de procesos que se muestran más adelante.

3.2.4 Diagramas de proceso. Se realizan diagramas de procesos basado en la descripción del proceso, las distancias recorridas especificadas en el diagrama de planta y los datos obtenidos del estudio de tiempos se utilizan los símbolos de proceso, inspección, almacenamiento y transporte. El proceso de cada producto se dividió en fragmentos los cuales conforman posteriormente el ensamble por lo cual cada parte requiere un diagrama.

Figura14.Diagrama de flujo de proceso Butaco lápiz parte superior

Descripción del proceso:















Nº de diagrama: 001

Fabricación de butuco lápiz parte superior







Diagrama de método: Actual

El diagrama empieza: Almacén de materia prima

El diagrama termina: Almacén de producto en proceso

Distancia (Metros)	Tiempo (Minutos)	Símbolos	Descripción
3	1,11		Almacenamiento de materia prima
			Escoger la materia prima (Piezas de pino de 45 largo*7ancho*4,5 de grosor)
			Trasladar a la sierra
5,4	2,13		Cortar madera de 42 cm
	2,69		Cortar madera de 6,5 cm
	1,09		Trasladar a la planeadora para enderezar las piezas
2			Planear las piezas
2	2,12		Trasladar al banco
			Pegar los palos para ensamblar la madera
		21,44	
3,5	0,79		Marcar con una plantilla para su respectivo corte
	1,59		Trasladar la pieza al sin fin
			Cortar en la sinfín para darle la forma
10,42			

		<pre> graph TD 1((1)) --> 8((8)) 8 --> 9((9)) 9 --> 10((10)) 10 --> 11((11)) 11 --> 12((12)) 12 --> 2((2)) </pre>	<p>Trasladar la pieza al taladro de árbol</p> <p>Abrir huecos de 28 mm de diámetro como se ve en la plantilla</p> <p>Trasladar al banco para resanar</p> <p>Resanar la pieza</p> <p>Trasladar a la lijadora para darle suavidad</p> <p>Lijar</p> <p>Traslado al banco para pasarle ruteadora</p> <p>Rutear para bocelar los filos.</p> <p>Trasladar para aplicar brea</p> <p>Aplicar brea para darle acabado rústico</p> <p>Traslado a almacenamiento</p> <p>Almacén de producto en proceso</p> <p>Espera para ensamblar la parte superior.</p>
3	3,25		
	1,04		
6	2,79		
4	2,20		
5.53	1,63		
8	1113,11		

Evento	Símbolo	Número
Operación		11
Inspección		0
Operación-inspección		1
Transporte		10
Demora		2
Almacenamiento		2

Fuente: Autores 2012.

Figura15. Diagrama de flujo de proceso Butaco lápiz soporte parte superior

Descripción del proceso:













Nº de diagrama: 002


Fabricación de butuco lápiz soporte parte superior







Diagrama de método: Actual

El diagrama empieza: Almacén de materia prima

El diagrama termina: Almacén de producto en proceso

Distancia (Metros)	Tiempo (Minutos)	Símbolos	Descripción
3	1,09		Almacenamiento de materia prima
			Escoger la materia prima (Piezas de pino de 1,44 largo*5cm ancho*5, cm de grosor)
			Trasladar a la sierra
5,4	1,59		Cortar 32 cm (2 piezas de los lados)
	1,56		Cortar de 31 cm (Pieza del centro)
	2,45		Cortar de 4,5 cm (3 piezas)
7,9	3,21		Trasladar los palos a la planeadora para enderezar las piezas
			Enderezar las piezas
10,3	1,23		Trasladar al taladro de árbol
			Abrir los huecos de 28 mm de diámetro como se ve en la plantilla
			Trasladar al torno
			

10.2	4,07		<p>Tornear los palos con un diámetro de 43 cm</p> <p>Trasladar al banco</p> <p>Resanar</p> <p>Trasladar a la pulidora</p> <p>Pulir los palos</p> <p>Trasladar para aplicar brea</p> <p>Aplicar brea para darle acabado rústico</p> <p>Traslado a almacenamiento</p> <p>Almacén de producto en proceso</p> <p>Se espera para ensamblar la parte superior.</p>
10.2	1,62		
2	1,10		
6	1,10		
	3,24		

Evento	Símbolo	Número
Operación		9
Inspección		0
Operación-inspección		1
Transporte		8
Demora		1
Almacenamiento		2

Fuente: Autores 2012.

Figura 16. Diagrama de flujo de proceso Butaco lápiz parte inferior

Descripción del proceso:












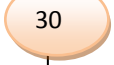

Nº de diagrama: 003











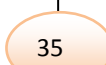






Fabricación de butuco lápiz parte inferior







Diagrama de método: Actual

El diagrama empieza: Almacén de materia prima

El diagrama termina: Almacén de producto en proceso

Distancia (Metros)	Tiempo (Minutos)	Símbolos	Descripción
3	2,45		Almacenamiento de materia prima
			Escoger la materia prima (Piezas de pino de 45 largo*7ancho*4,5 de grosor)
			Trasladar a la sierra
5,4	5,85		Cortar para de 42 cm (6 palos)
	4,81		Cortar de 6,5 cm (4 palos).
	2,43		Cortar para sacar el corte de palos del ensamble
	6,43		Trasladar los palos a la planeadora para enderezar las piezas
			Enderezar las piezas
2	5,93		Trasladar al banco
			Pegar los palos para ensamblar la madera
	16, 07		Dejar secar
	1,60	 	Marcar con una plantilla para su respectivo corte

3,5			
			Trasladar la pieza a la sin fin
10,42	2,67		Cortar en la sinfín para darle la forma
			Trasladar al taladro de árbol
3	3,40		Abrir los huecos de 28 mm de diámetro como se ve en la plantilla
			Trasladar al banco para resanar
6	1,92		Resanar la pieza
			Trasladar a la lijadora para darle suavidad
5,53	1,58		Lijar
			Trasladar al banco para pasarle ruteadora
3	2,64		Rutear para bocelar los filos.
			Trasladar para aplicar brea
5	2,69		Aplicar brea para darle acabado rustico
			Traslado a almacenamiento
			Almacén de producto en proceso
	117,91		Se espera para ensamblar la parte inferior.
			

Evento	Símbolo	Número
Operación		12
Inspección		0
Operación-inspección		1
Transporte		10
Demora		2
Almacenamiento		2

Fuente: Autores 2012.

Figura 17. Diagrama de flujo de proceso Butaco lápiz soporte parte inferior

Descripción del proceso:














Nº de diagrama: 004












Fabricación de butuco lápiz soporte parte inferior







Diagrama de método: Actual

El diagrama empieza: Almacén de materia prima

El diagrama termina: Almacén de producto en proceso

Distancia (Metros)	Tiempo (Minutos)	Símbolos	Descripción
3			Almacenamiento de materia prima
	3,18		Escoger la materia prima (Piezas de pino de 1,44 largo*5cm ancho*5, cm de grosor)
			Trasladar a la sierra
	3,96		Cortar de 44 cm (4 piezas)
	2,01		Cortar de 32,5 cm (2 piezas)
5,5	0,83		Cortar de 28 cm (1 pieza)
	1,20		Cortar de 4,5 cm (7 piezas)
			Trasladarlos palos a la planeadora para enderezar las piezas
10,42	6,55		Enderezar las piezas
			Trasladar la pieza al taladro de árbol
10	3,17		Abrir huecos de 28 mm de diámetro como se ve en la plantilla
			Trasladar al torno
			

4	9,53		Tornear los palos con un diámetro de 43 cm
			Trasladar al banco
			Resanar
			Trasladar a la pulidora
			Pulir los palos
10.25	5,36		Trasladar para aplicar brea
4	3,96		Aplicar brea para darle acabado rustico
6	5,36		Traslado a almacenamiento
			Almacén de producto en proceso
			Se espera para ensamblar la parte inferior.
			

Evento	Símbolo	Número
Operación		10
Inspección		0
Operación-inspección		1
Transporte		8
Demora		1
Almacenamiento		2

Fuente: Autores 2012.

Figura 18. Diagrama de flujo de proceso Butaco lápiz ensamble

Descripción del proceso:

Nº de diagrama: 005

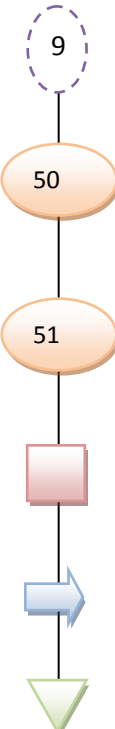
Fabricación de butuco lápiz ensamble







Diagrama de método: Actual

El diagrama empieza: Almacén de producto en proceso

El diagrama termina: Almacén de producto terminado

Distancia (Metros)	Tiempo (Minutos)	Símbolos	Descripción
7	0,80		<p>Almacenamiento de producto en proceso</p> <p>ENSAMBLE PARTE SUPERIOR</p> <p>Traslado a área de ensamble</p> <p>Ensamblar las tres piezas con el copete aplicando colbón de madera. Como se muestra en el plano</p> <p>ENSAMBLE PARTE INFERIOR</p> <p>Traslado a área de ensamble</p> <p>Ensamblar las 7 piezas con el asiento aplicando colbón.</p> <p>ENSAMBLE DE TODA LA SILLA</p> <p>Traslado a área de ensamble final</p>
7	3,21		
7			

9	<p>1,09</p> <p>0,26</p> <p>0,61</p>		<p>Ensamblar la parte superior con la inferior aplicando colbón.</p> <p>Asegurar con tonillos Drywall de 1,5 pulgadas en la parte trasera del asiento.</p> <p>Inspeccionar si el producto quede bien ensamblado.</p> <p>Traslado a almacén de producto terminado</p> <p>Almacén de producto terminado</p>
---	-------------------------------------	---	---

Evento	Símbolo	Número
Operación		4
Inspección		1
Operación-inspección		0
Transporte		4
Demora		0
Almacenamiento		2

Fuente: Autores 2012.

Figura 19. Diagrama de flujo proceso del Taburete parte trasera cuerpo

Descripción del proceso:



















Nº de diagrama: 006


Fabricación de Taburete parte trasera cuerpo







Diagrama de método: Actual

El diagrama empieza: Almacén de materia prima

El diagrama termina: Almacén de producto en proceso

Distancia (Metros)	Tiempo (Minutos)	Símbolos	Descripción
			Almacenamiento de materia prima
3	1,61		Escoger la materia prima (Tablas de pino de ___ largo* _ancho*_de grosor)
			
	4,65		Trasladar a la sierra
			Cortar 26 cm (4 piezas)
5,4	6,49		Cortar 6,0 cm (4 piezas)
	5,81		Cortar 1,6 cm (4 piezas)
			
			Trasladar a la planeadora para enderezar las piezas. (4 piezas)
5,5	1,33		Realizar la forma según la plantilla (2 piezas)
			
			Trasladar las piezas a la sin fin
			Rodear las piezas para darle su respectiva forma (2 piezas)
6			
			Trasladar al banco
	3,24		Resanar las piezas
			
7			Trasladar para pulir

8	3,55		
	3,55		<p>Pulir en la lijadora de banco</p> <p>Trasladar para aplicar brea</p> <p>Aplicar brea para darle acabado rústico</p> <p>Almacén de producto en proceso</p> <p>Se espera para ensamblar la parte inferior.</p>

Evento	Símbolo	Número
Operación		8
Inspección		0
Operación-inspección		1
Transporte		6
Demora		1
Almacenamiento		2

Fuente: Autores 2012.

Figura 20. Diagrama de flujo proceso del Taburete parte trasera soporte

Descripción del proceso:









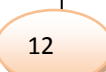

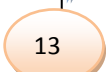



Nº de diagrama: 007



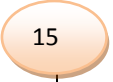

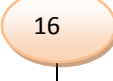



Fabricación de Taburete parte trasera soporte







Diagrama de método: Actual

El diagrama empieza: Almacén de materia prima

El diagrama termina: Almacén de producto en proceso

Distancia (Metros)	Tiempo (Minutos)	Símbolos	Descripción
			Almacenamiento de materia prima
3	1,07		Escoger la materia prima (Palos de pino de 1,44 largo* 5 ancho* 5 de grosor)
			Trasladar a la sierra
	1,25		Cortar 90 cm
5,4	1,59		Cortar 4,5 cm (2 cortes)
			Trasladará la planeadora para enderezar las piezas.
	2,17		Planear las piezas
2			Trasladar al banco para trazar la madera
	2,18		Trazar la madera para abrir los huecos según la plantilla
10.24			Trasladar al taladro de árbol
	1,40		Abrir los huecos respectivos
3			Trasladar al banco
	1,12		Resana las piezas
			

6			
			Trasladar a lijadora de banco para dar acabado a las piezas
8	3,30		Se pule las piezas
			Trasladar al banco para aplicar color a las piezas
	3,44		Aplicar brea
			Almacén de producto en proceso
	78,72		Esperar para ser ensambla la parte trasera de la pieza.
			

Evento	Símbolo	Número
Operación		8
Inspección		0
Operación-inspección		1
Transporte		7
Demora		1
Almacenamiento		2

Fuente: Autores 2012.

Figura 21. Diagrama de flujo proceso del Taburete asiento

Descripción del proceso:




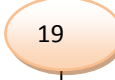

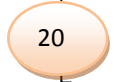

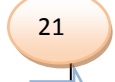

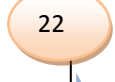




Nº de diagrama: 008

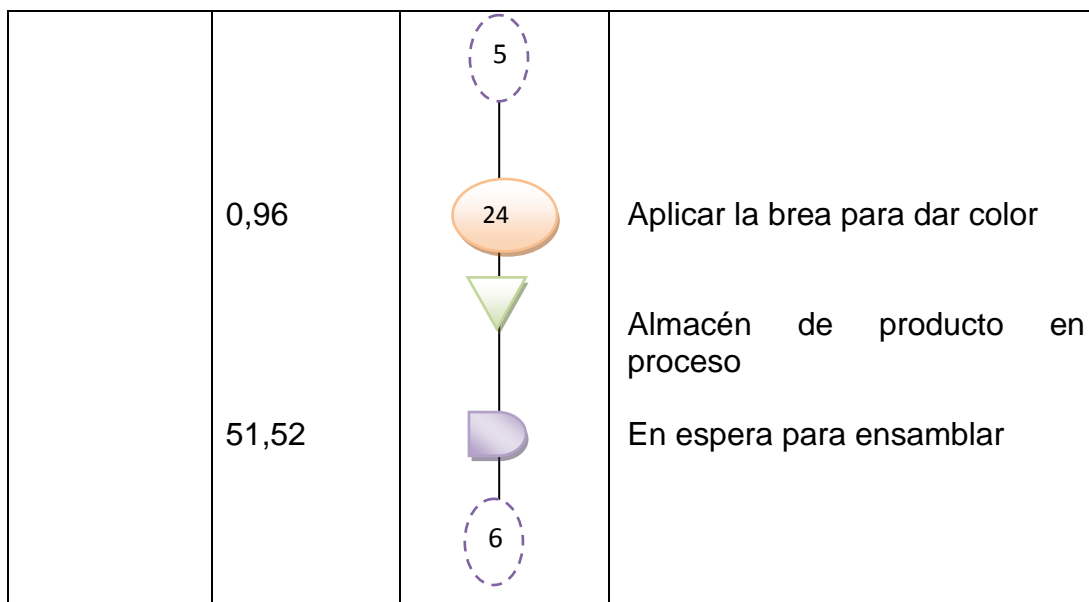
Fabricación de Taburete asiento

Diagrama de método: Actual

El diagrama empieza: Almacén de materia prima

El diagrama termina: Almacén de producto en proceso

Distancia (Metros)	Tiempo (Minutos)	Símbolos	Descripción
			Almacenamiento de materia prima
3	1,61		Escoger la materia prima triple de 1,20*2,40*15mm`
			Trasladar el triple a la sierra para su respectivo corte
6	1,54		Cortar 26 cm (2 cortes).
			Trasladar al banco para realizar el trazo
5.5	1,14		Trazar según la plantilla para darle forma al asiento.
			Trasladar a la sin fin
6	1,52		Cortar la tabla
			Trasladar al banco
7	0,90		Resanar la pieza
			Trasladar al banco para pulir
6	1,51		Pulir con la pulidora de mano
			Trasladar para aplicar brea
			



Evento	Símbolo	Número
Operación		6
Inspección		0
Operación-inspección		1
Transporte		6
Demora		1
Almacenamiento		2

Fuente: Autores 2012.

Figura 22. Diagrama de flujo proceso del Taburete parte delantera

Descripción del proceso: **Nº de diagrama:** 009

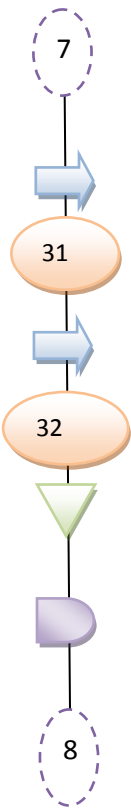
Fabricación de Taburete parte delantera soportes







Diagrama de método: Actual

El diagrama empieza: Almacén de materia prima

El diagrama termina: Almacén de producto en proceso

Distancia (Metros)	Tiempo (Minutos)	Símbolos	Descripción
3			Almacenamiento de materia prima
	2,22		Escoger la materia prima
			Trasladar a la sierra
	2,22		Cortar 46 cm (2 piezas)
	6,82		Cortar de 26 cm (6 piezas)
	2,47		Cortar de 4.5 cm (2 piezas)
	7,55		Cortar 6 cm (6 piezas)
6	7,72		Cortar de 1,6 grosor (6 piezas)
			Trasladar al banco para trazar las piezas
	1,28		Trazar para abrir los huecos a las 2 piezas
5.5			Trasladar al taladro de árbol
	1,56		Abrir los huecos a las 2 piezas.
6			Trasladar al banco para resanar
	7,52		Resanar las piezas

5.87	6	5,73	79,95		<p>Trasladar a la pulidora de banco</p> <p>Pulir las respectivas piezas.</p> <p>Trasladar al banco para aplicar color</p> <p>Aplicar la brea</p> <p>Almacén de producto en proceso</p> <p>Se espera para ensamblar.</p>

Evento	Símbolo	Número
Operación		10
Inspección		0
Operación-inspección		1
Transporte		6
Demora		1
Almacenamiento		2

Fuente: Autores 2012.

Figura 23. Diagrama de flujo proceso del Taburete ensamble

Descripción del proceso:

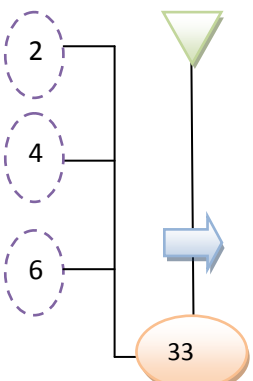
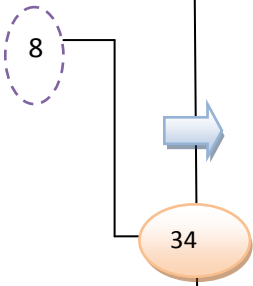

Nº de diagrama: 010



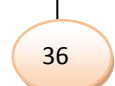



Fabricación de butuco lápiz ensamble







Diagrama de método: Actual

El diagrama empieza: Almacén de producto en proceso

El diagrama termina: Almacén de producto terminado

Distancia (Metros)	Tiempo (Minutos)	Símbolos	Descripción
7	0,85		<p>Almacenamiento de producto en proceso</p> <p>Ensamble parte trasera</p> <p>Traslado a área de ensamble</p> <p>Ensamblar las piezas aplicando colbón de madera. Como se muestra en el plano</p>
7	0,80		<p>Ensamble parte delantera</p> <p>Traslado a área de ensamble</p> <p>Ensamblar las piezas asegurando aplicando colbón.</p>
7			<p>Ensamble de todo el Taburete</p> <p>Traslado a área de ensamble final</p>

7			
	0,83		Ensamblar la parte delantera con la trasera aplicando colbón.
	1,14		Asegurar con tonillos drywall de 1,5 pulgadas en la parte trasera del asiento.
			Inspeccionar si el producto quede bien ensamblado.
			Traslado a almacén de producto terminado
			Almacén de producto terminado

Evento	Símbolo	Número
Operación		4
Inspección		1
Operación-inspección		0
Transporte		4
Demora		0
Almacenamiento		2

Fuente: Autores 2012.

3.2.5 Simulación. Con base a los tiempos obtenidos del estudio por cronómetro y el proceso establecido se realiza una simulación del proceso con el programa Arena a continuación se da a conocer los pasos a seguir para realizar una simulación con este programa

Figura 24. Diagrama de flujo de ARENA

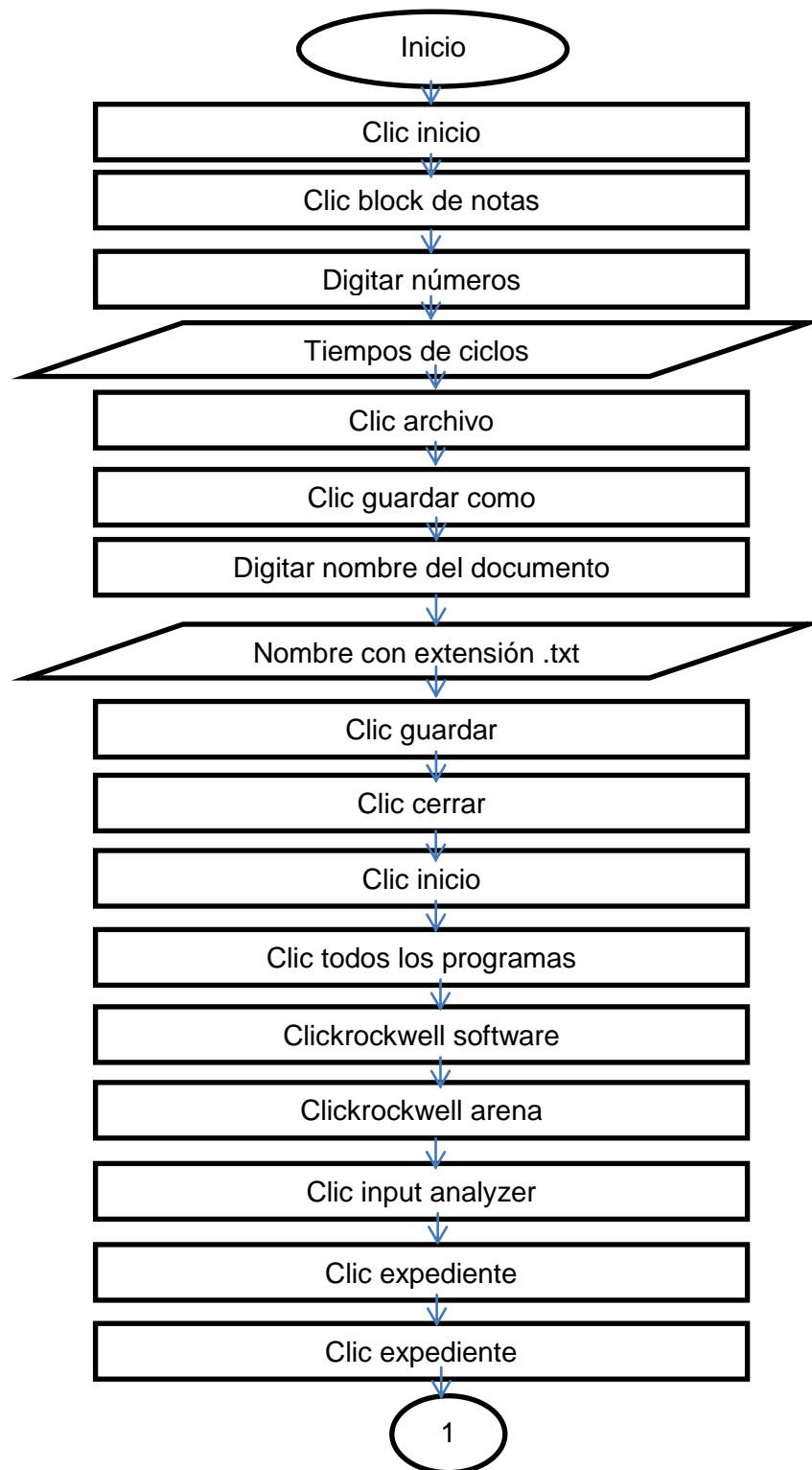


Figura 24. (Continuación)

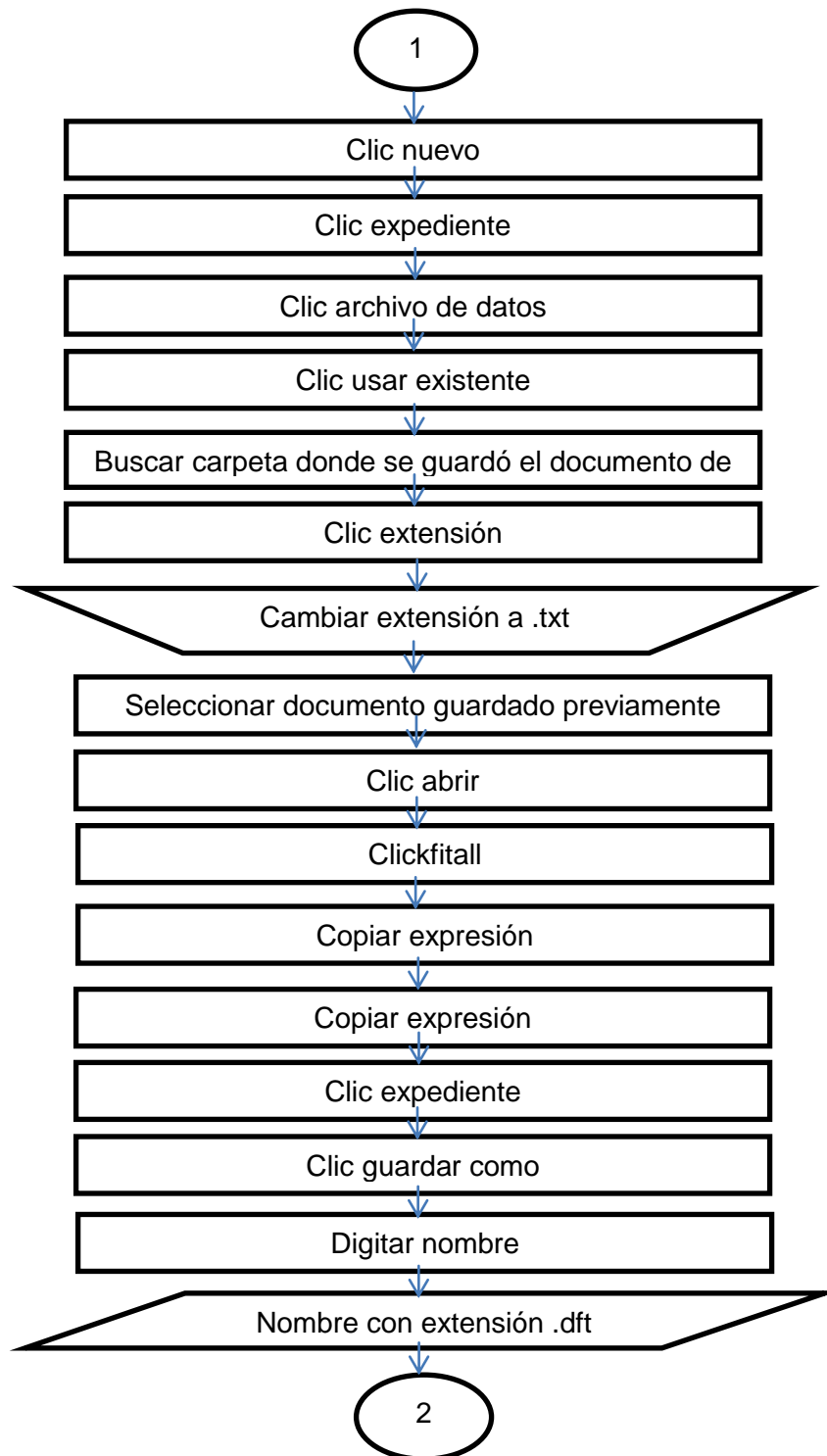


Figura 24. (Continuación)

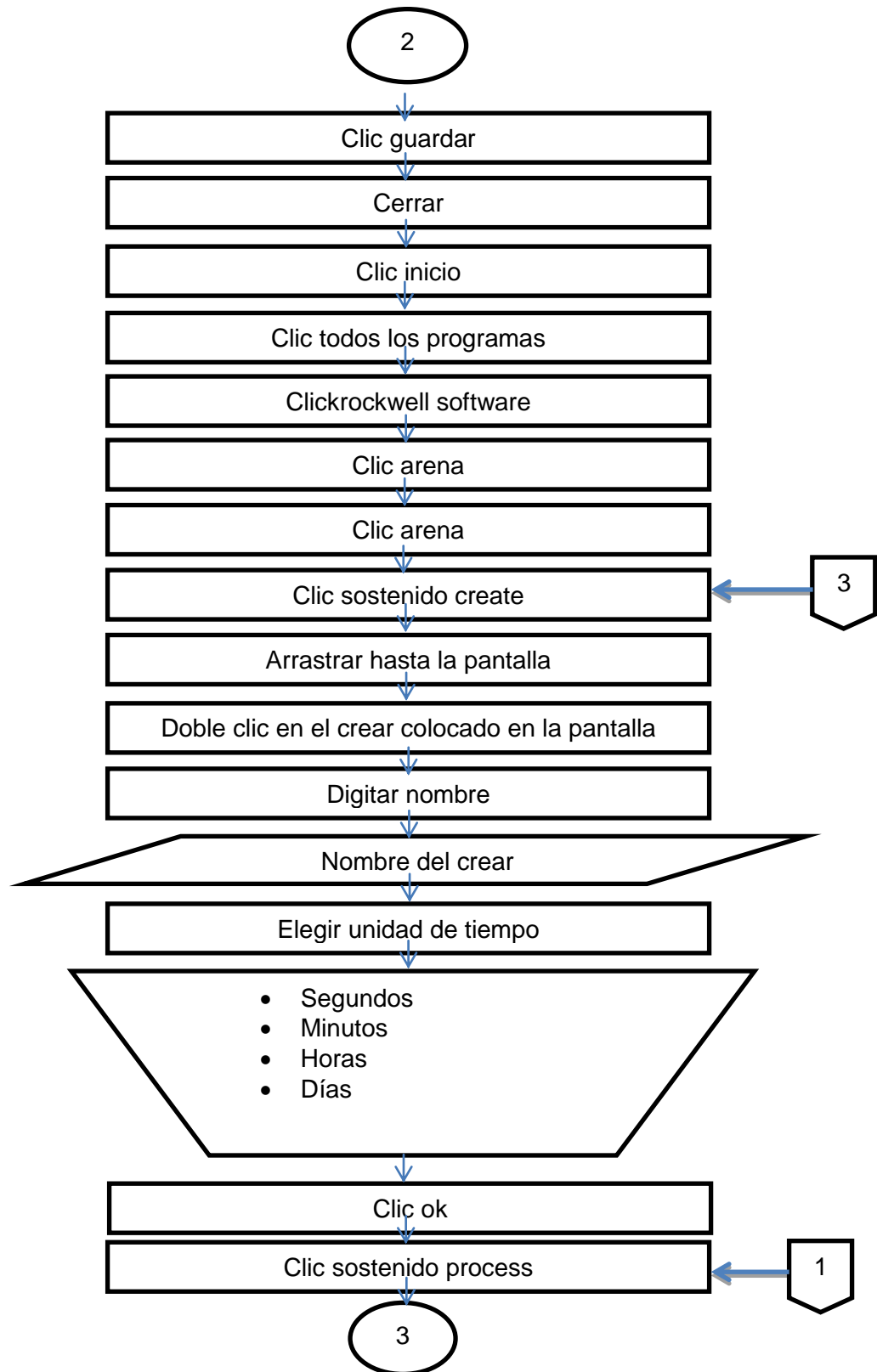


Figura 24. (Continuación)

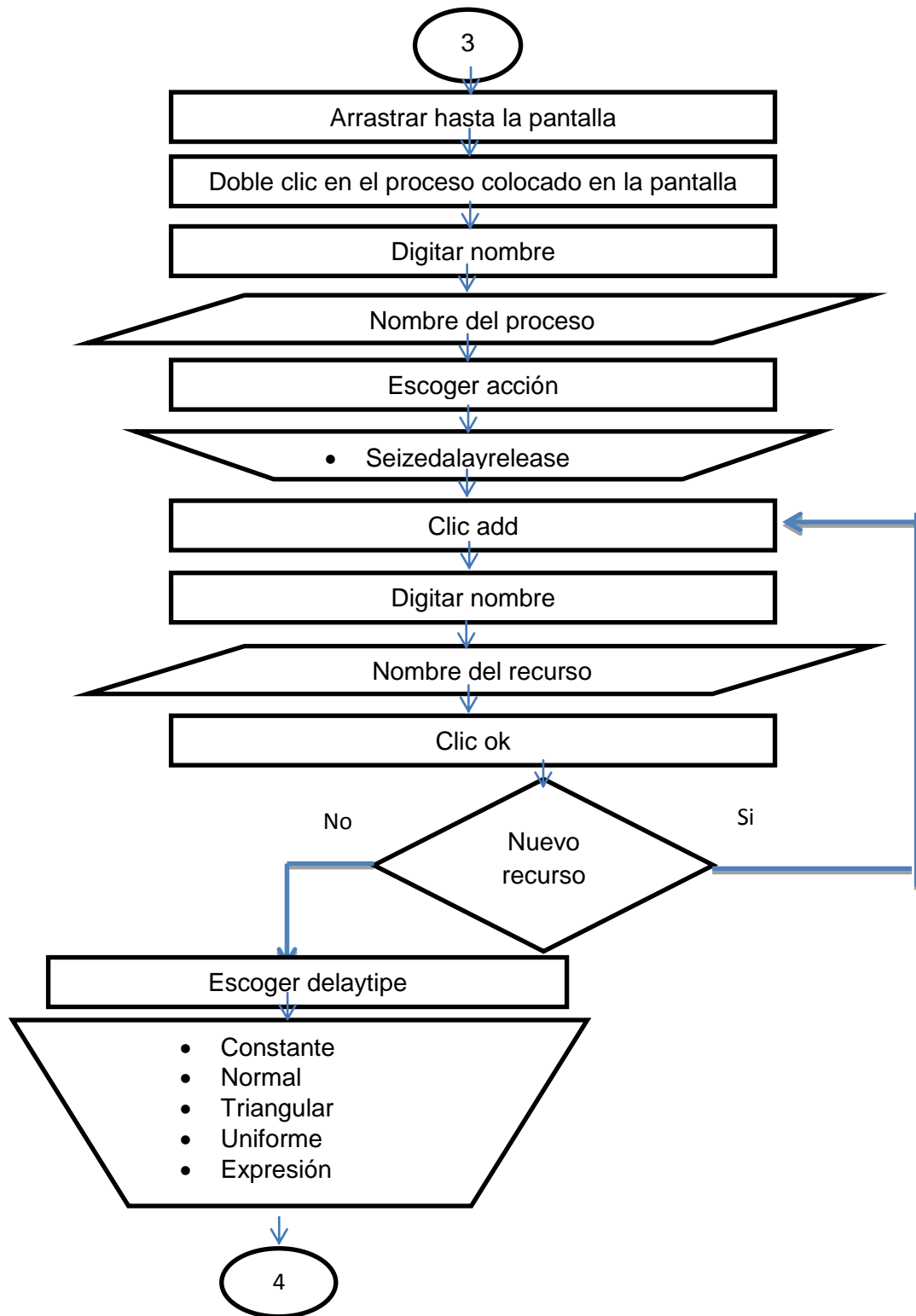


Figura 24. (Continuación)

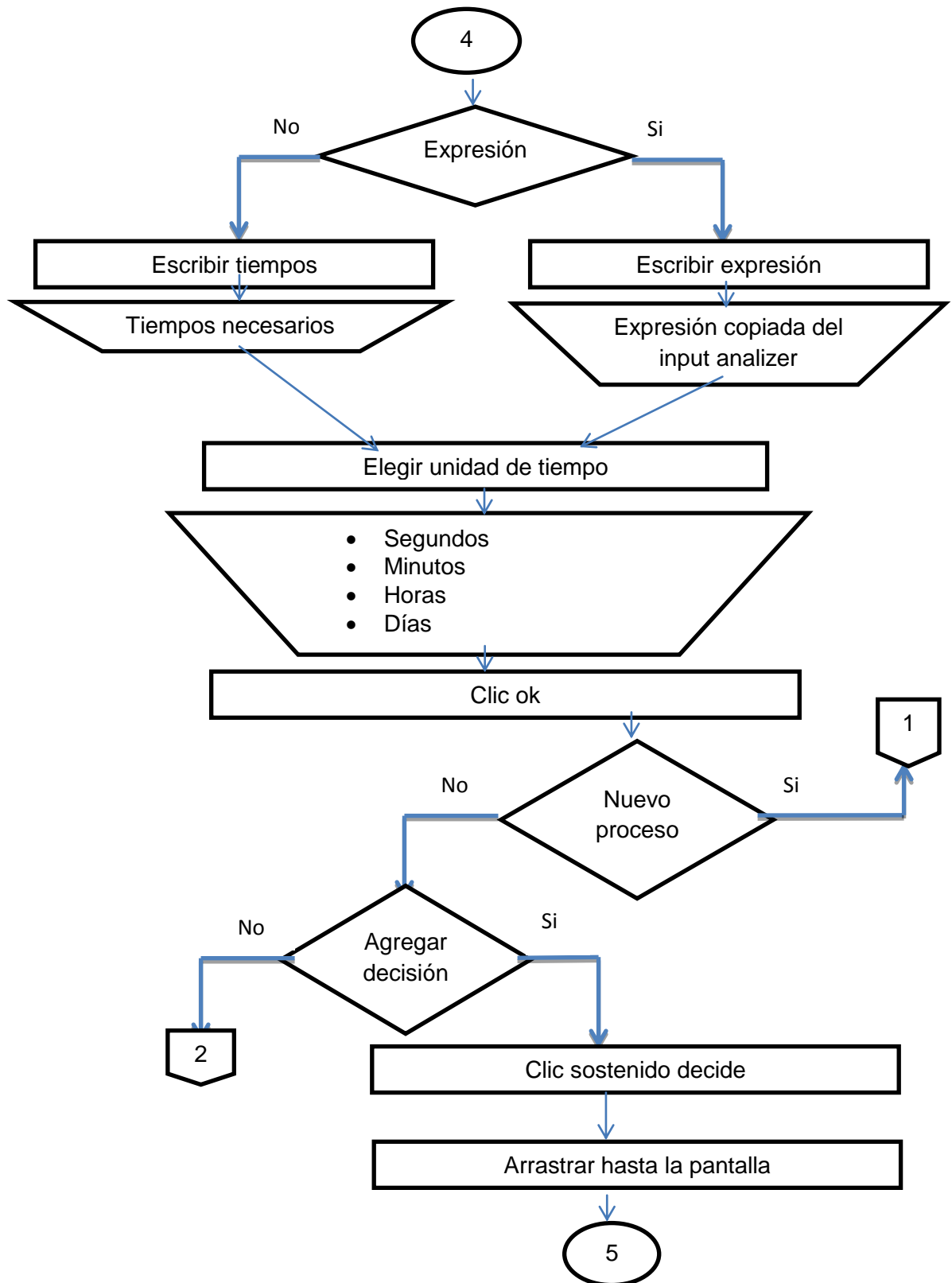


Figura 24. (Continuación)

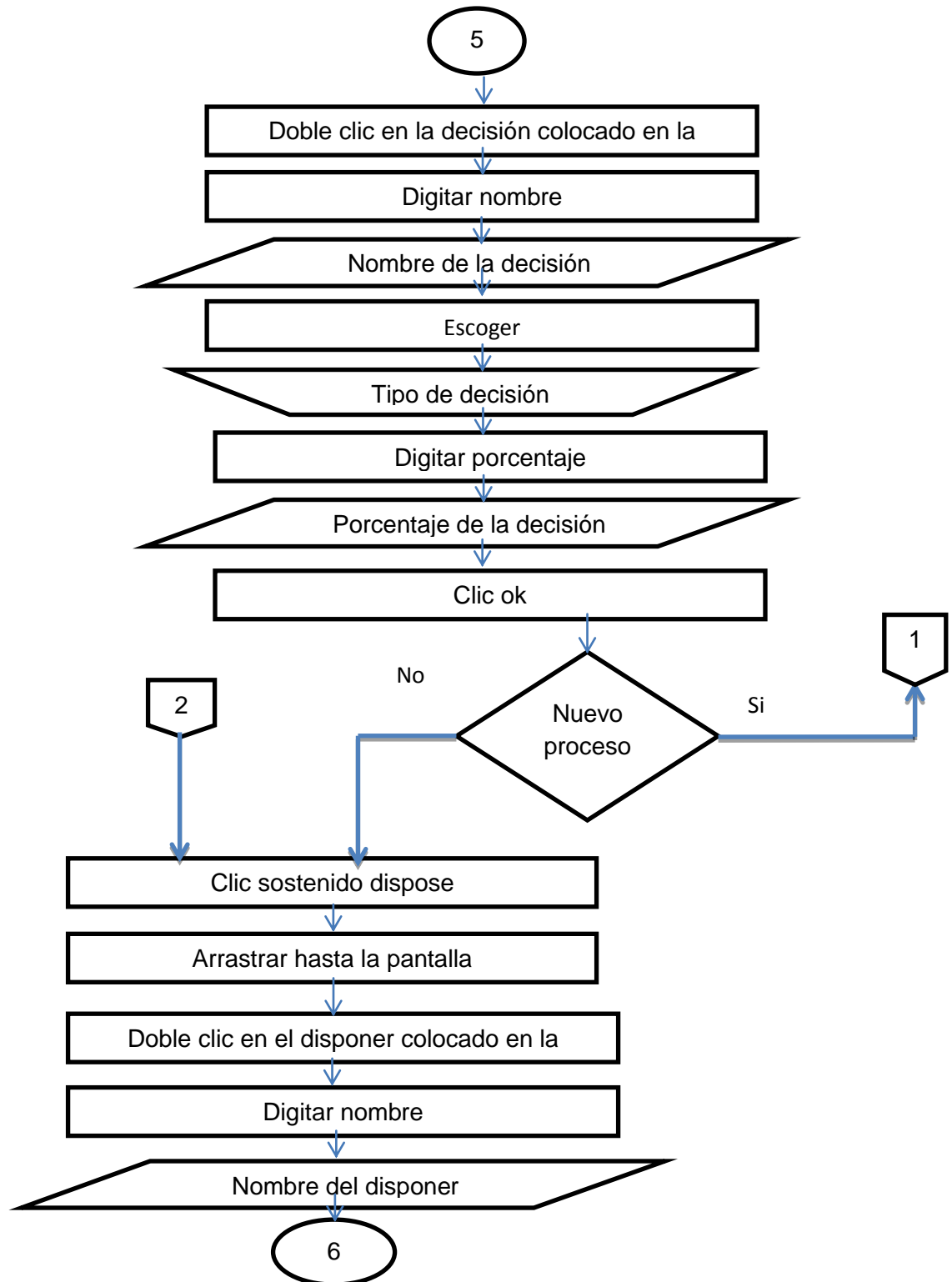
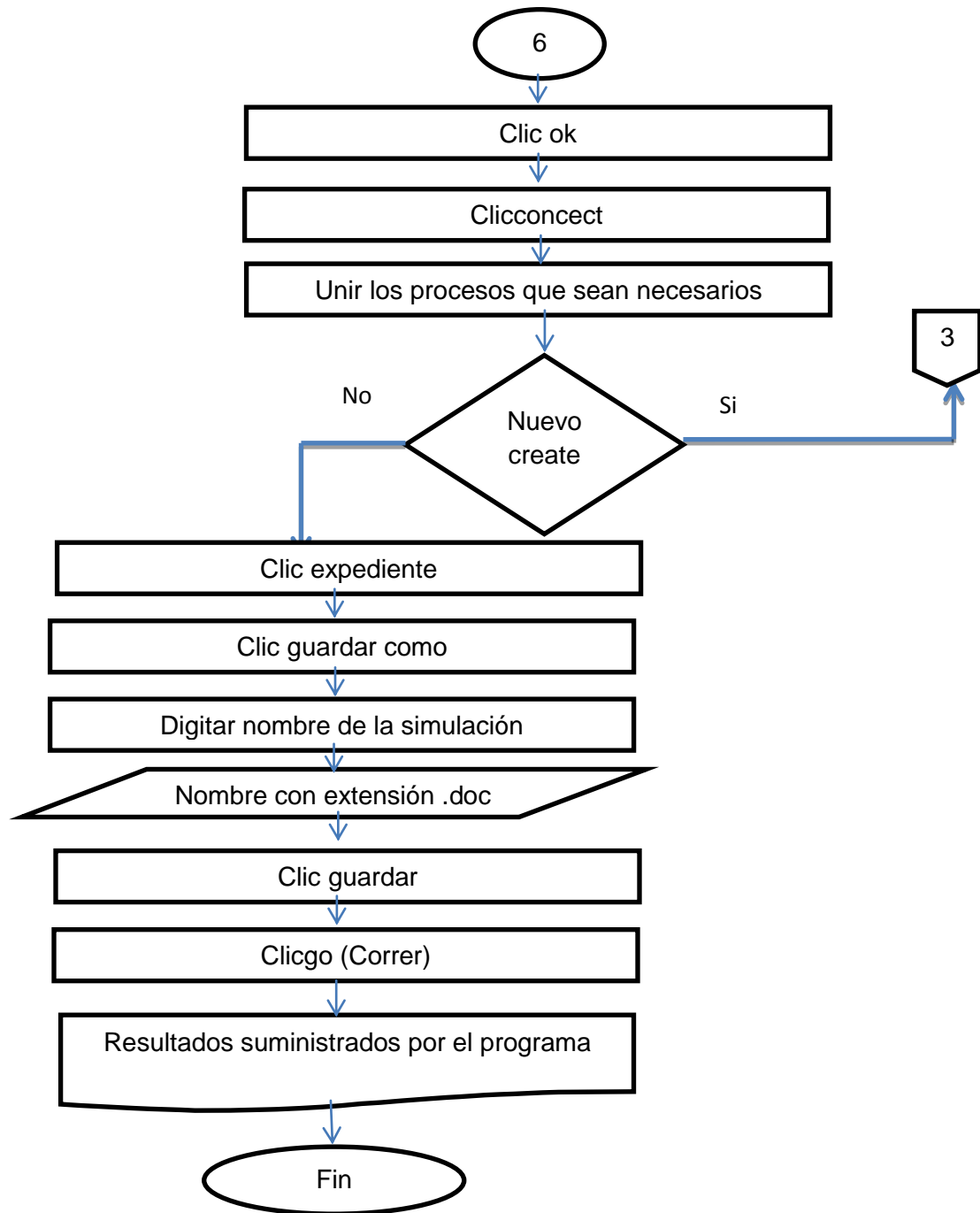


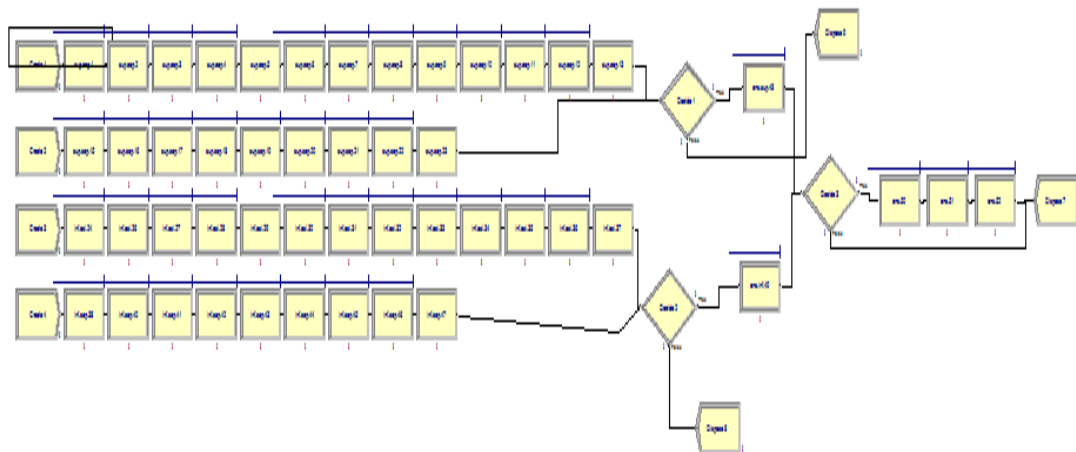
Figura 24. (Continuación)



Fuente: Autores 2012.

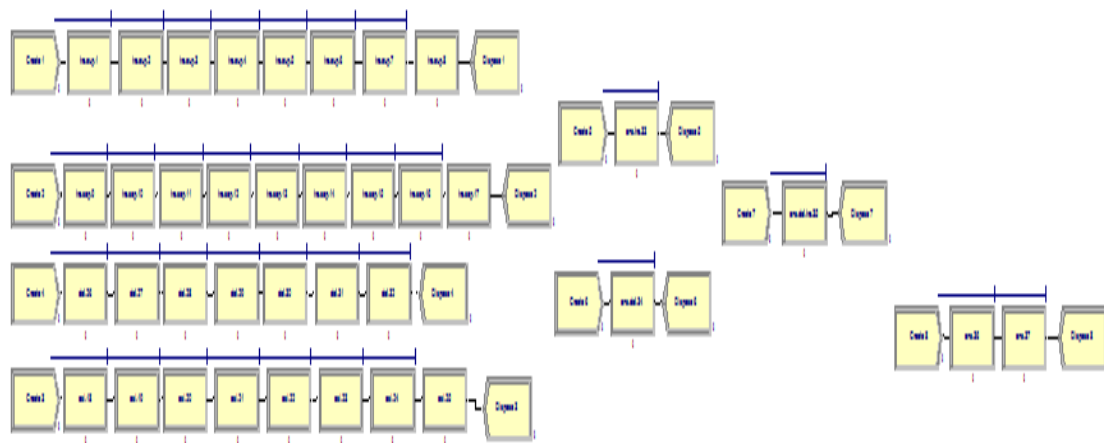
Se guardan los datos de los 30 ciclos por cada operación en el block de notas, posteriormente se utilizar el input analizar para determinar la expresión de cada uno por separado, luego se suministra el dato obtenido al programa Arena y así realizar el esquema de simulación con los datos necesarios y obtener los respectivos resultados; se realizó una simulación para cada producto basado en la estandarización del proceso obtenida anteriormente de cada uno. A continuación se observa el esquema realizado en al programa para cada simulación.

Figura 25. Simulación Butaco



Fuente: Autores 2012

Figura 26. Simulación Taburete



Fuente: Autores 2012.

Los resultados obtenidos de la simulación generan tiempos similares a los obtenidos mediante el tiempo estándar teniendo variaciones de no más de 10 minutos en el total de la producción. Debido a estos resultados se considera conveniente trabajar con los tiempos establecidos del estudio por cronómetro.

3.2.6 Gráficas de dispersión. Se toman datos de ventas desde enero de 2009 hasta marzo de 2012 con el fin de analizar el comportamiento de la demanda para cada producto y posteriormente realizar pronósticos de los siguientes 5 meses.

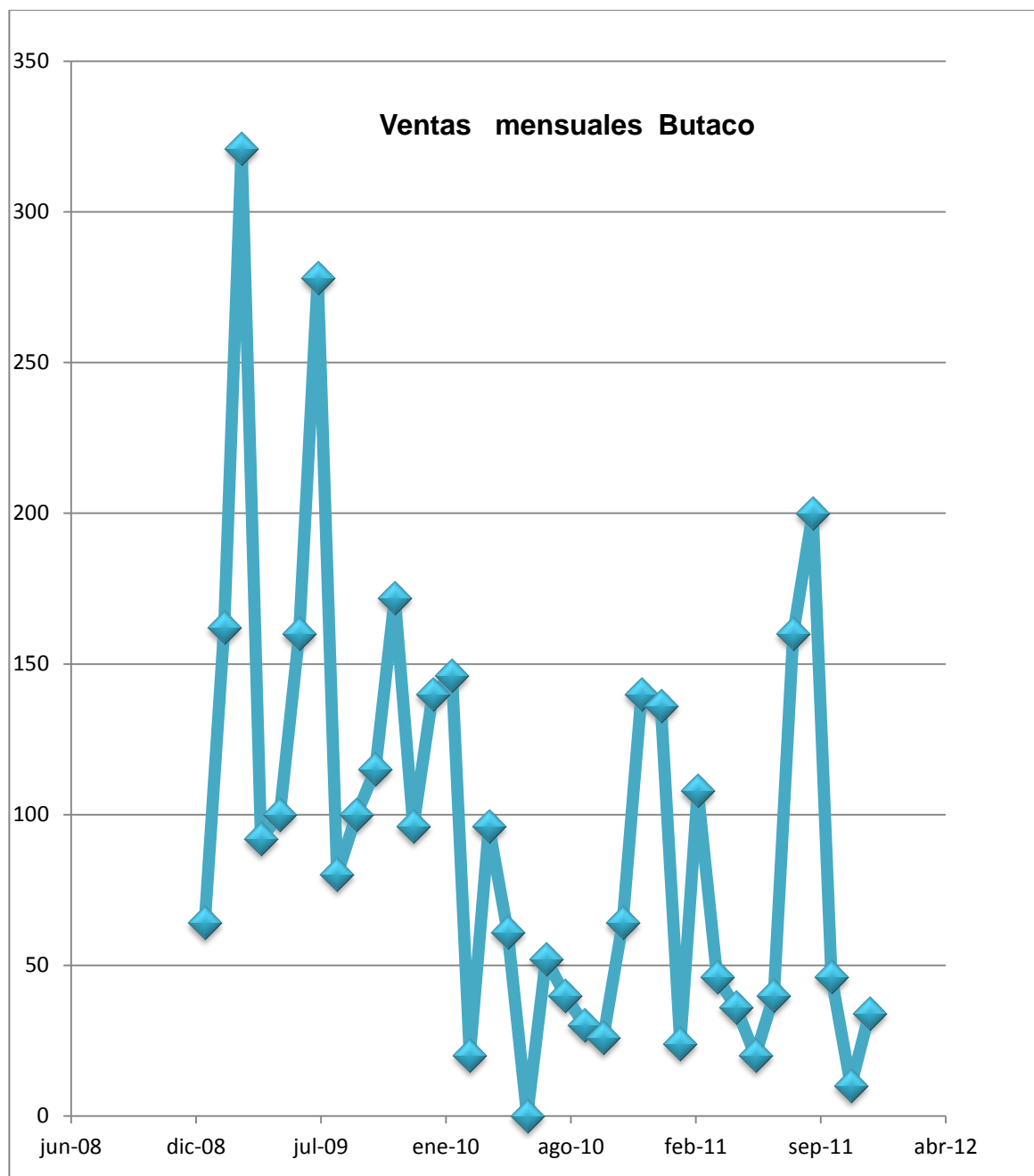
Cuadro 20. Ventas para Butaco

Meses	Unidades		Ago-10	92
Ene-09	86		Sep-10	223
Feb-09	185		Oct-10	64
Mar-09	28		Nov-10	100
Abr-09	24		Dic-10	50
May-09	192		Ene-11	0
Jun-09	0		Feb-11	161
Jul-09	126		Mar-11	107
Ago-09	147		Abr-11	141
Sep-09	87		May-11	90
Oct-09	363		Jun-11	174
Nov-09	156		Jul-11	74
Dic-09	130		Ago-11	193
Ene-10	132		Sep-11	20
Feb-10	116		Oct-11	301
Mar-10	118		Nov-11	0
Abr-10	48		Dic-11	117
May-10	219		Ene-12	144
Jun-10	114		Feb-12	108
Jul-10	216		Mar-12	126

Fuente: Autores 2012.

La demanda de este producto presenta valores entre 0 y 363 donde oscila cambiando notablemente de un mes a otro.

Gráfica 9. Ventas mensuales (Butaco 2012)



Fuente: Autores 2012.

Se observa que la demanda no presenta un comportamiento secuencial ya que hay picos altos y bajos con gran diferencia del eje central y la falta de ciclos estacionales por lo cual se considera conveniente trabajar con pronósticos de tendencia.

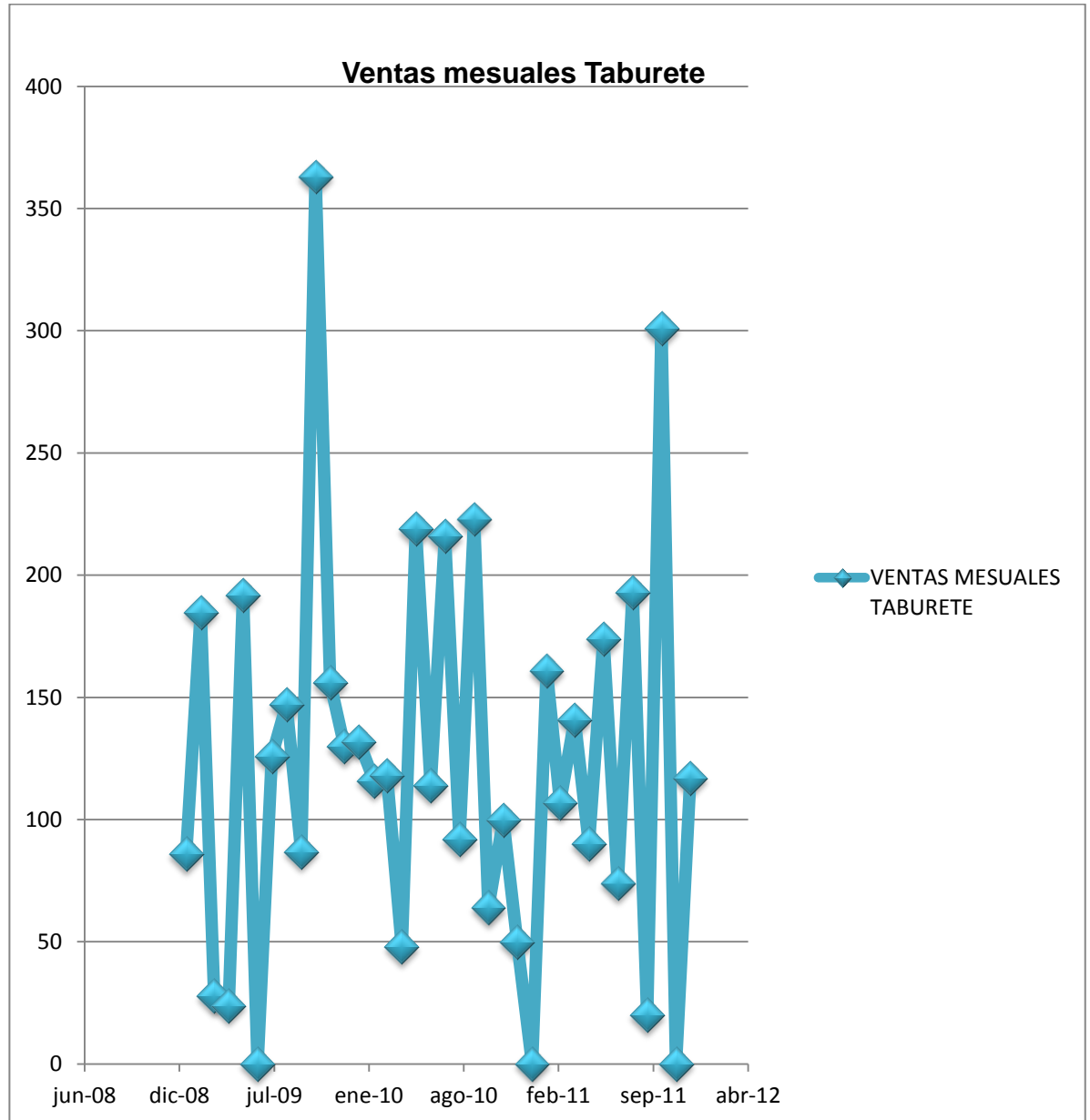
Cuadro 21. Ventas Taburete

Meses	Unidades		Ago-10	40
Ene-09	64		Sep-10	30
Feb-09	162		Oct-10	26
Mar-09	321		Nov-10	64
Abr-09	92		Dic-10	140
May-09	100		Ene-11	136
Jun-09	160		Feb-11	24
Jul-09	278		Mar-11	108
Ago-09	80		Abr-11	46
Sep-09	100		May-11	36
Oct-09	115		Jun-11	20
Nov-09	172		Jul-11	40
Dic-09	96		Ago-11	160
Ene-10	140		Sep-11	200
Feb-10	146		Oct-11	46
Mar-10	20		Nov-11	10
Abr-10	96		Dic-11	34
May-10	61		Ene-12	25
Jun-10	0		Feb-12	154
Jul-10	52		Mar-12	120

Fuente: Autores 2012.

La demanda de este producto de manera similar al del Butaco presenta valores entre 0 y 321, oscila cambiando notablemente de un mes a otro.

Gráfica 10. Ventas mensuales (Taburete 2012)



Fuente: Autores 2012.

Se observa que las ventas de este producto de igual manera que el anterior no presentan comportamiento secuencial ya que hay picos altos y bajos con gran

diferencia del eje central y no se evidencia ciclos estacionales por lo cual se considera conveniente trabajar con pronósticos de tendencia.

3.2.7 Pronósticos. Con el fin de determinar la demanda para los meses futuros se realiza el análisis de las demandas pasadas mediante la utilización de diferentes técnicas determinando así cual es la más apropiada conociendo la cantidad razonable y con base al análisis de las gráficas de dispersión se conoce el comportamiento y se escogen técnicas tendencia. Se utiliza como herramienta para este procedimiento el programa MINITAB el cual “Es un conjunto de programas diseñados para ejecutar distintos procedimientos estadísticos”⁹².

Basados en las técnicas de tendencia se eligen 3 tipos de pronósticos los cuales son:

- Promedio móvil. Trabaja con subconjuntos de datos obteniendo de ellos la media y se va moviendo así hasta obtener los pronósticos determinados, se trabaja con subgrupos de 2 meses debido a las diferencias notorias entre un período y el otro.
- Suavización exponencial simple. Trabaja obteniendo promedios de los datos anteriores bajo valores ponderados dándole mayor peso a los datos recientes y menor a los más antiguos.
- Suavización exponencial doble. Es una técnica similar a la suavización exponencial simple con una variación ya que atenúa los datos utilizando la pendiente de los datos con el fin de generar resultados con mayor certeza.

A continuación se da conocer los pasos necesarios para obtener pronósticos con el programa MINITAB.

⁹² Guía práctica para el uso de Minitab. [Online].Pdf :<
<http://resumeneseconomicas.com.ar/archivos/tecnicas1/minitab1.pdf>>.

Figura 27. Diagrama de flujo MINITAB

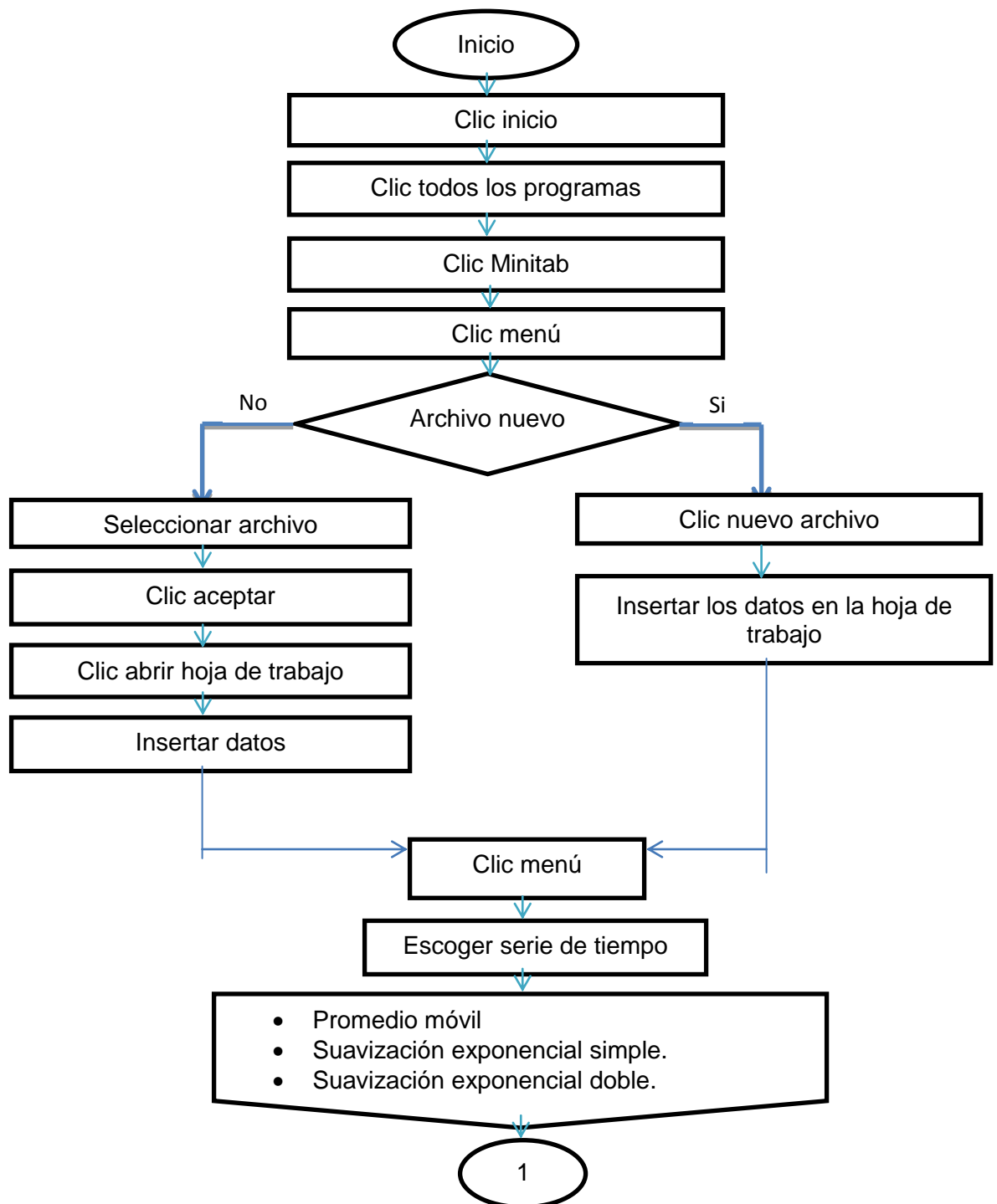


Figura 27. (Continuación)

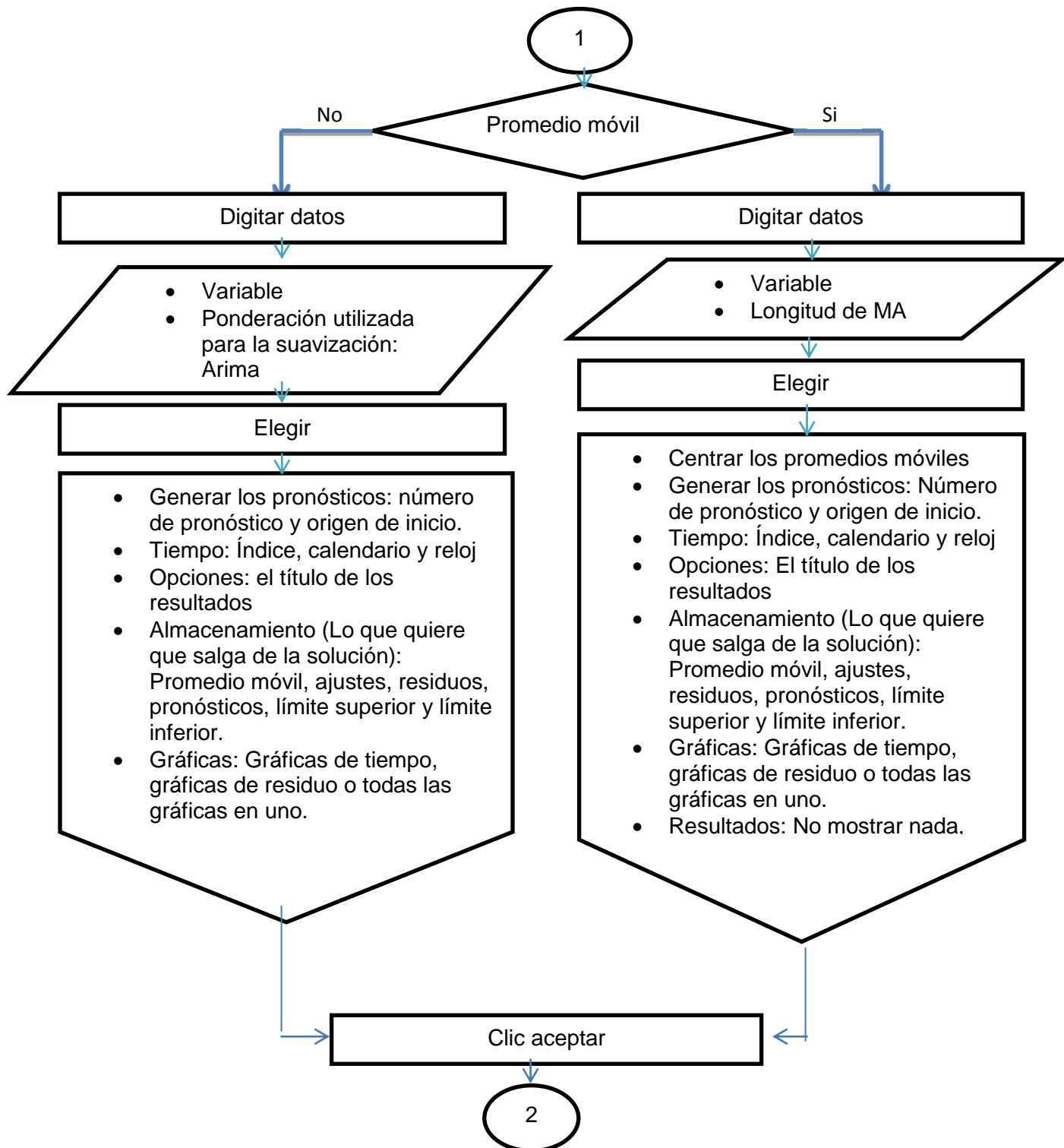
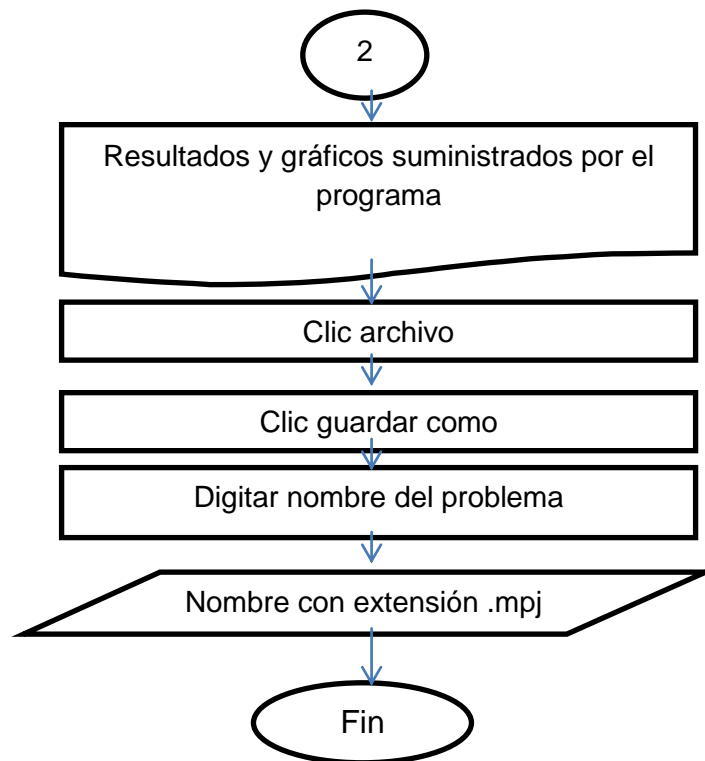


Figura 27. (Continuación)



Fuente: Autores 2012

Para cada producto se trabajan estos tipos de pronósticos, a continuación se encuentran los datos de la técnica promedio móvil de cada producto. Para ver los demás métodos de pronósticos ver Anexo D Pronósticos

Se suministran al programa los datos de las ventas desde enero de 2009 hasta marzo de 2012 para obtener pronósticos de los siguientes 5 meses.

Promedio móvil (Butaco)

Cuadro 22. Promedio móvil - Indicadores de pronóstico Butaco.

Medidas de exactitud	
MAPE	83,54
MAD	74,68
MSD	8682,19

Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados promedio móvil Butaco. 2012

Cuadro 23. Promedio móvil- pronósticos Butaco

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
40	117	-65,626	299,626
41	117	-65,626	299,626
42	117	-65,626	299,626
43	117	-65,626	299,626
44	117	-65,626	299,626

Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados promedio móvil Butaco, 2012.

Cuadro 24. Resultados obtenidos Butaco (Promedio móvil)

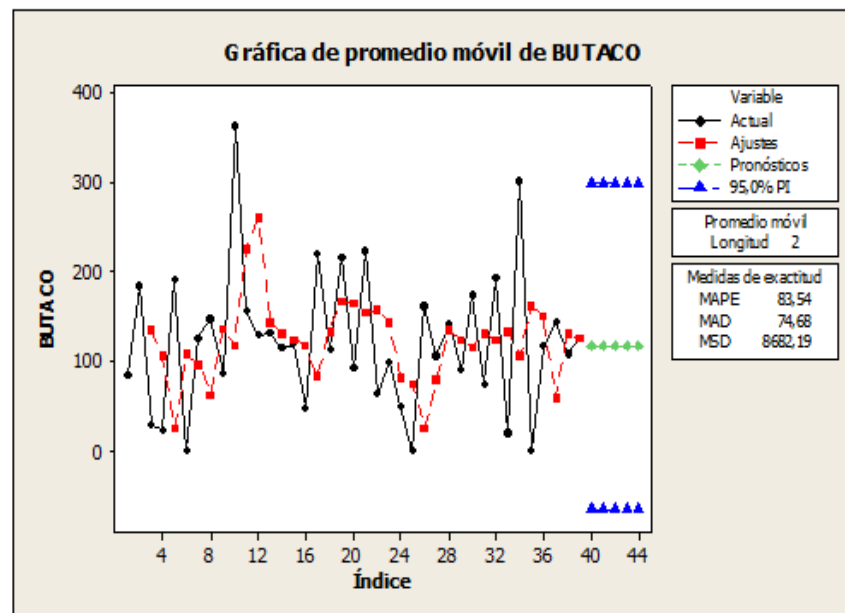
Meses	Butaco	MA	Predecir	Error
1	86	*	*	*
2	185	135,5	*	*
3	28	106,5	135,5	-107,5
4	24	26	106,5	-82,5
5	192	108	26	166
6	0	96	108	-108
7	126	63	96	30
8	147	136,5	63	84
9	87	117	136,5	-49,5
10	363	225	117	246
11	156	259,5	225	-69
12	130	143	259,5	-129,5
3	132	131	143	-11
14	116	124	131	-15
15	118	117	124	-6
16	48	83	117	-69
17	219	133,5	83	136
18	114	166,5	133,5	-19,5
19	216	165	166,5	49,5
20	92	154	165	-73
21	223	157,5	154	69
22	64	143,5	157,5	-93,5
23	100	82	143,5	-43,5

Cuadro 24. (Continuación)

Meses	Butaco	MA	Predecir	Error
24	50	75	82	-32
25	0	25	75	-75
26	161	80,5	25	136
30	174	132	115,5	58,5
31	74	124	132	-58
32	193	133,5	124	69
33	20	106,5	133,5	-113,5
34	301	160,5	106,5	194,5
35	0	150,5	160,5	-160,5
36	117	58,5	150,5	-33,5
37	144	130,5	58,5	85,5
38	108	126	130,5	-22,5
39	126	117	126	0

Fuente: Autores 2012.

Gráfica 11. Promedio móvil Butaco



Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados promedio móvil Butaco. 2012

Cuadro 25. Promedio móvil - Indicadores de pronóstico Taburete.

Medidas de exactitud	
MAPE	117,79
MAD	64,46
MSD	7050,49

Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados promedio móvil Taburete. 2012

Cuadro 26. Promedio móvil- pronósticos Taburete

Meses	Pronóstico	Inferior	Superior
40	137	-27,57	301,57
41	137	-27,57	301,57
42	137	-27,57	301,57
43	137	-27,57	301,57
44	137	-27,57	301,57

Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados promedio móvil Taburete. 2012

Cuadro 27. Resultados obtenidos Taburete (Promedio móvil).

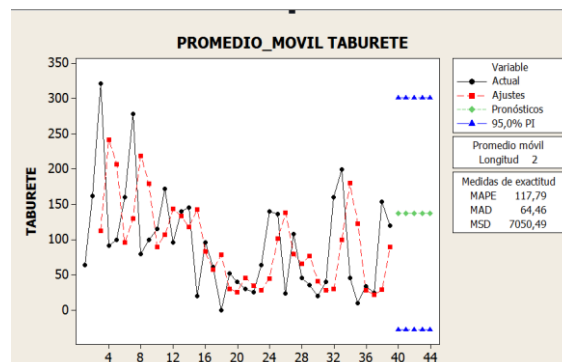
Meses	Taburete	MA	Predecir	Error
1	64	*	*	*
2	162	113	*	*
3	321	241,5	113	208
4	92	206,5	241,5	-149,5
5	100	96	206,5	-106,5
6	160	130	96	64
7	278	219	130	148
8	80	179	219	-139
9	100	90	179	-79
10	115	107,5	90	25
11	172	143,5	107,5	64,5
12	96	134	143,5	-47,5
13	140	118	134	6
14	146	143	118	28
15	20	83	143	-123
16	96	58	83	13

Cuadro 27. (Continuación)

Meses	Taburete	MA	Predecir	Error
17	61	78,5	58	3
18	0	30,5	78,5	-78,5
19	52	26	30,5	21,5
20	40	46	26	14
21	30	35	46	-16
22	26	28	35	-9
23	64	45	28	36
24	140	102	45	95
25	136	138	102	34
26	24	80	138	-114
27	108	66	80	28
28	46	77	66	-20
29	36	41	77	-41
30	20	28	41	-21
31	40	30	28	12
32	160	100	30	130
33	200	180	100	100
34	46	123	180	-134
35	10	28	123	-113
36	34	22	28	6
37	25	29,5	22	3
38	154	89,5	29,5	124,5
39	120	137	89,5	30,5

Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados promedio móvil Taburete. 2012

Gráfica 12. Promedio móvil Taburete



Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados promedio móvil Taburete. 2012

Cuadro 28.Comparación de resultados de los tipos de pronósticos

Medida de Desempeño de pronósticos	Pronóstico	Producto	
		Butuco	Taburete
MAPE	Promedio móvil	83,54	117,79
MAD		74,68	64,46
MSD		8682,19	7050,49
MAPE	Suavización exponencial simple	64,66	108,4
MAD		57,96	57,94
MSD		6147,33	4816,18
MAPE	Suavización exponencial doble	89,37	101,4
MAD		78,48	62,26
MSD		9102,34	6559,97

Fuente: Programa estadístico MINITAB.2012

Según los resultados obtenidos de los métodos de pronósticos aplicados con un comportamiento sin tendencia ni estacionalidad se observa que la suavización exponencial simple arroja los indicadores de pronósticos más bajos ya que estos cuentan con un error mínimo en los productos estrella de la empresa. MAPE que es el porcentaje absoluto de error obtuvo un dato de 64,66 para el butuco y 108, 4 para el Taburete; MAD que mide la desviación absoluta indica que el butuco tiene un error de 57,96 y Taburete 57,94 superando los otros métodos de pronósticos y por último MSD caracterizada por arrojar la desviación cuadrática absoluta vota el error para el primer producto de 6147,33 y para el segundo de 4816,18 de error

Cuadro 29.Pronósticos de 5 meses consecutivos

Pronóstico	Butaco	Taburete
Promedio móvil	117	137
	117	137
	117	137
	117	137
	117	137
Suavización exponencial simple	82,7927	117,218
	82,7927	117,218
	82,7927	117,218
	82,7927	117,218
	82,7927	117,218
Suavización exponencial doble	122,516	115,6
	123,151	113,287
	123,786	110,975
	124,421	108,662
	125,056	106,35

Fuente: Programa estadístico MINITAB. 2012

Según los datos obtenidos por el pronóstico de suavización exponencial simple en los 5 meses siguientes se debe producir 83 butacas y 117 Taburetes.

Con los datos obtenidos se decide utilizar las siguientes técnicas:

Planeación: Planeación agregada y planeación de requerimiento de materiales MRP, en cada una se trabajan estrategias diferentes para elegir la adecuada a las condiciones de la empresa, son trabajadas con el programa WinQSB.

Programación: Se trabaja la programación por maquinaria con los tiempos de que demora cada operación y se trabajan 4 estrategias diferentes con el fin de obtener la más adecuada se trabaja con el programa WinQSB.

Control: Se realiza el control de MRP mediante los siguientes formatos de revisión

Cuadro 30. Formato control de MRP

Empresa	_____
Reporte de trabajo N°	_____
Operario	_____
Producto	1
Operaciones realizadas	N cantidad
Butaco	
Parte superior	
Copete	
Madera pino	
Soporte 1	
Madera pino	
Parte inferior	
Asiento	
Madera pino	
Tornillos	
Soporte 2	
Madera pino	

Fuente: Autores 2012.

3.3 ANÁLISIS DE COSTOS CON RESPECTO A LA IMPLEMENTACIÓN.

Durante la aplicación de las técnicas de planeación en el programa WinQSB se generan resultados de costos de la aplicación distintas estrategias los cuales son posteriormente analizados con el fin de decidir cuales estrategias escoger de acuerdo a las ganancias que generan en la compañía.

3.3.1 Planeación agregada. Se utiliza el programa WinQSB como herramienta para análisis de datos y realización de planeación agregada, se realiza primero para cada producto (Butaco y Taburete) por separado y posteriormente se analiza de manera simultánea.

A continuación se da conocer los pasos para realizar la planeación agregada por medio del programa WinQSB.

Figura28. Diagrama de flujo planeación agregada WinQSB

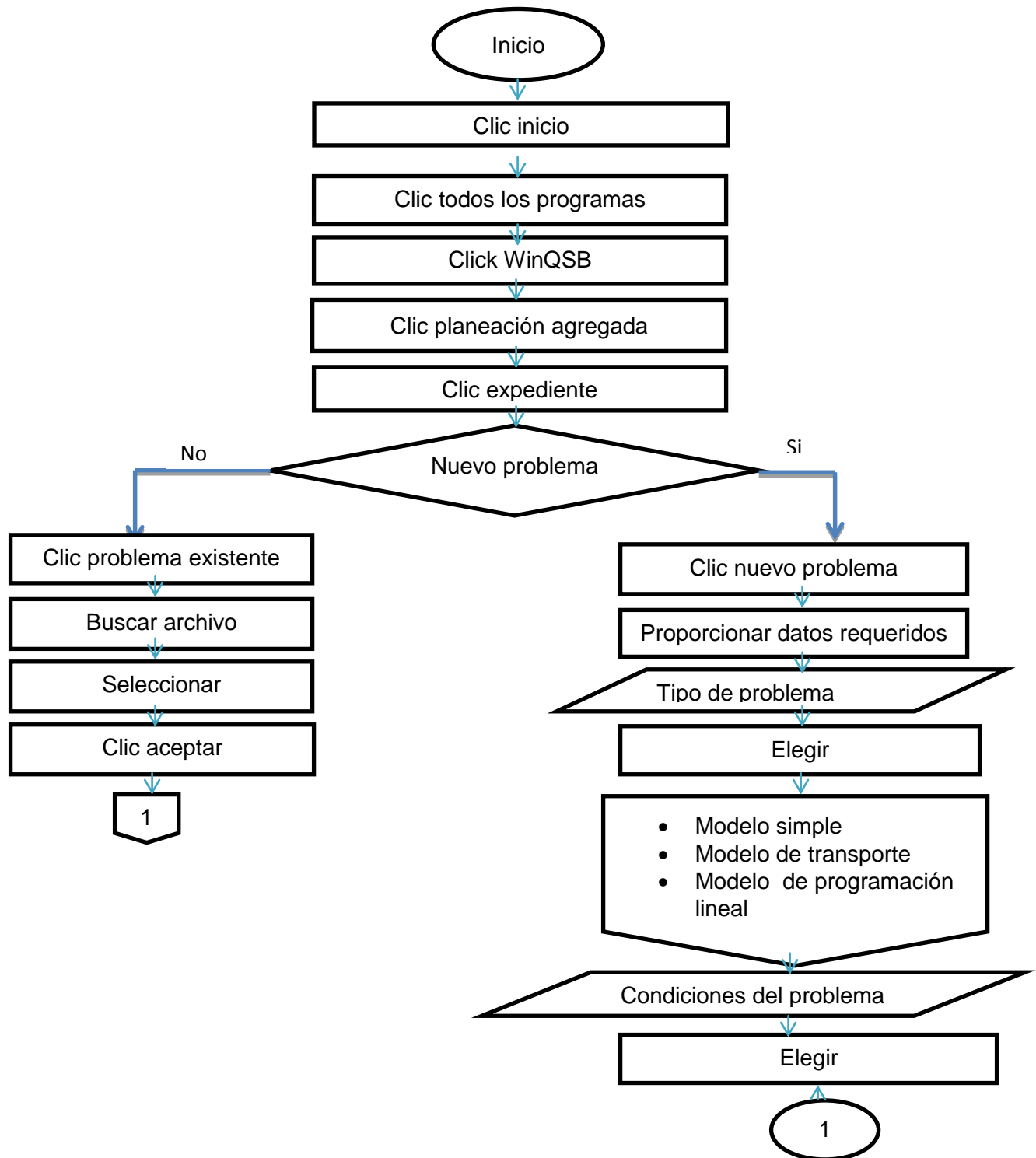


Figura 28. (Continuación)

```
graph TD; 1((1)) --> A[Tiempo parte permitida  
Trabajar con horas extras  
Destinos y contrataciones de empleados  
Subcontratar producción  
Pedido permitido realizado  
Pérdidas de ventas permitidas]; A --> B[Título del problema  
Número de períodos planeados  
Unidad del recurso planeado  
Nombre del recurso planeado  
Capacidad de requerimiento en horas por unidad  
Número de empleados iniciales  
Inventario inicial del producto servicio]; B --> C[Clic aceptar]; C --> D[Digitar datos requeridos para cada período]; D --> E[Capacidad de predicción de la demanda  
Número de empleados iniciales  
Capacidad de tiempo regular en horas por empleados  
Bajo costo por hora  
Horas extras por hora  
Horas máximas trabajadas por mes  
Costo de horas extras  
Costo de tener un empleado  
Costo de despedir un empleado  
Inventario inicial (+) pedido permitido  
Máximo inventario permitido  
Mínimo inventario final (Stock de seguridad)  
Costo de mantener el inventario  
Máxima subcontratación permitida  
Costo de subcontratación unitaria  
Otro costo de producción unitario  
Capacidad de requerimiento en horas por unidad]; E --> 2((2))
```

1

- Tiempo parte permitida
- Trabajar con horas extras
- Destinos y contrataciones de empleados
- Subcontratar producción
- Pedido permitido realizado
- Pérdidas de ventas permitidas

↓

- Título del problema
- Número de períodos planeados
- Unidad del recurso planeado
- Nombre del recurso planeado
- Capacidad de requerimiento en horas por unidad
- Número de empleados iniciales
- Inventario inicial del producto servicio

↓

Clic aceptar

↓

Digitar datos requeridos para cada período

↓

- Capacidad de predicción de la demanda
- Número de empleados iniciales
- Capacidad de tiempo regular en horas por empleados
- Bajo costo por hora
- Horas extras por hora
- Horas máximas trabajadas por mes
- Costo de horas extras
- Costo de tener un empleado
- Costo de despedir un empleado
- Inventario inicial (+) pedido permitido
- Máximo inventario permitido
- Mínimo inventario final (Stock de seguridad)
- Costo de mantener el inventario
- Máxima subcontratación permitida
- Costo de subcontratación unitaria
- Otro costo de producción unitario
- Capacidad de requerimiento en horas por unidad

↓

2

Figura 28. (Continuación)

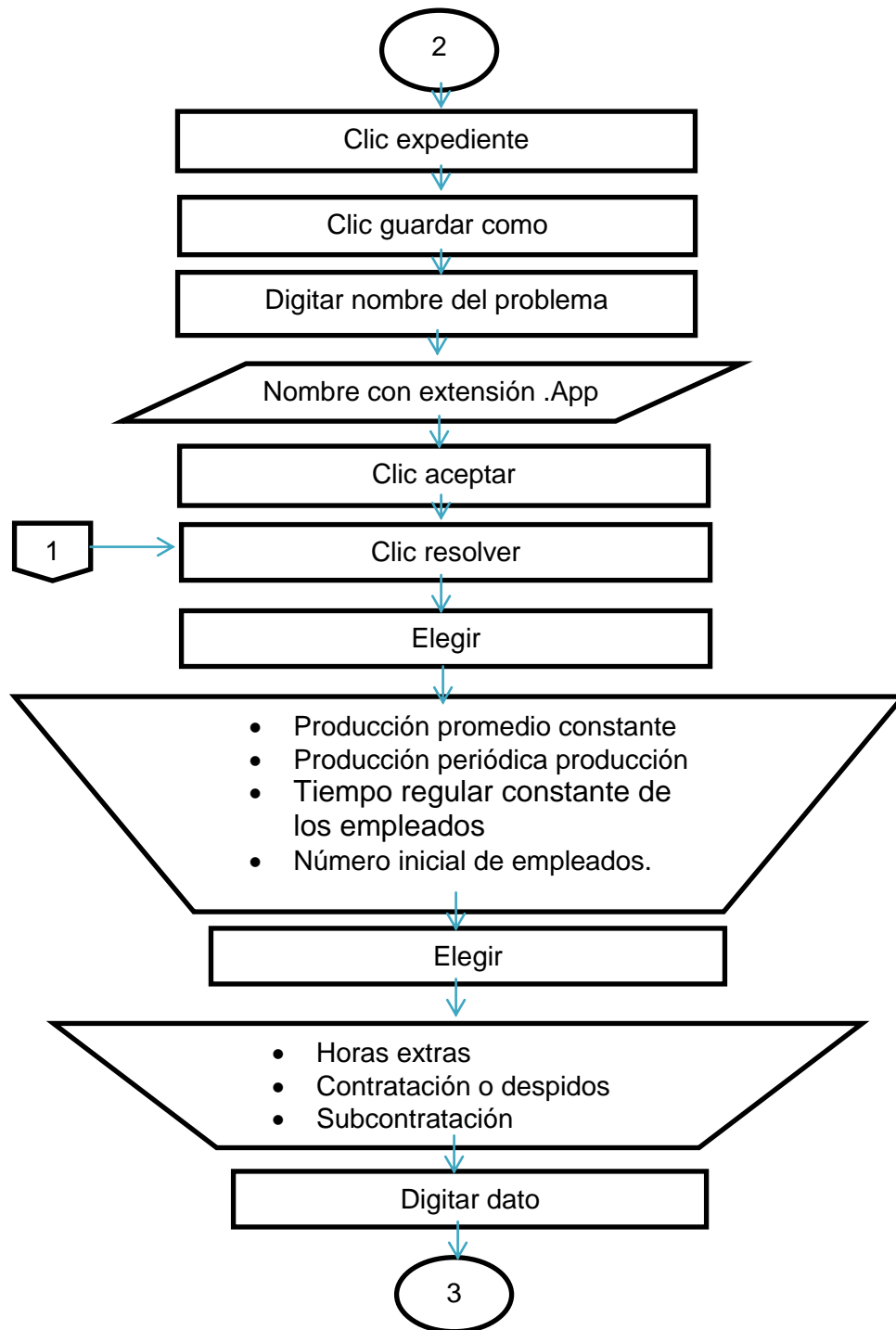
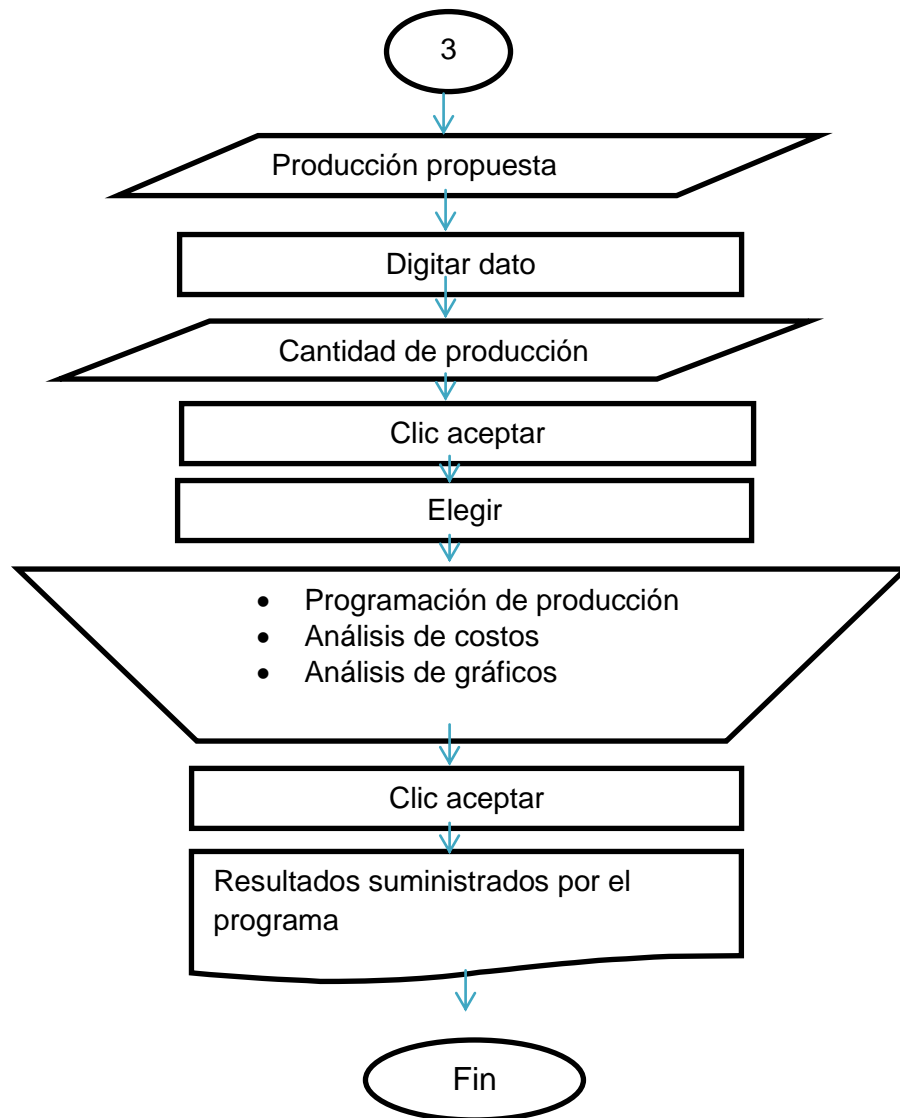


Figura 28. (Continuación)



Fuente: Autores 2012.

A continuación se explicarán las estrategias planteadas y los pasos necesarios para obtener los resultados en la herramienta WinQSB. De igual manera solo se tuvo en cuenta la estrategia de planeación agregada del Butaco para conocer detalladamente los datos requeridos y los demás cuadros se encuentran en los (Anexo F. Planeación agregada).

A. Información para la planeación agregada.

Cuadro 31. Información para la planeación agregada (Butaco)

Butaco	Meses				
Descripción	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5
Capacidad de predicción de la demanda	83	83	83	83	83
Número de empleados iniciales	2	2	2	2	2
Capacidad de tiempo regular en horas por empleados	184	200	192	192	192
Bajo costo por hora	3373	3373	3373	3373	3373
Horas extras por hora	3373	3373	3373	3373	3373
Horas máximas trabajadas por mes	8	8	8	8	8
Costo de horas extras	4000	4000	4000	4000	4000
Costo de tener un empleado	566700	566700	566700	566700	566700
Costo de despedir un empleado	639900	639900	639900	639900	639900
Inventario inicial (+) pedido permitido					
Máximo inventario permitido					
Mínimo inventario final (Stock de seguridad)					
Costo de mantener el inventario	129	129	129	129	129
Máxima subcontratación permitida	15	15	15	15	15
Costo de subcontratación unitaria	40000	40000	40000	40000	40000
Otro costo de producción unitario					
Capacidad de requerimiento en horas por unidad	4	4	4	4	4

Fuente: Autores 2012

Los datos necesarios para completar la información requerida para la planeación agregada se obtuvieron de la siguiente manera:

- La capacidad de predicción de la demanda es el pronóstico que se realizó mediante el método suavización exponencial simple arrojando 83 unidades para los 5 períodos pronosticados.
- Los números de empleados iniciales son los que actualmente trabajan para fabricar el Butaco lápiz, los demás trabajadores se encargan de realizar los demás productos producidos por la empresa.
- La capacidad de tiempo regular en horas por empleados se calculó multiplicando las 8 horas diarias laborales por los días trabajados en el mes. Se observa en el primer período 184 horas laborales que proviene de:

Capacidad de tiempo requerido: 8 horas/día * 23 días hábiles-mes= 184 horas – mes

- El bajo costo de hora se calcula con respecto al salario mínimo que es el sueldo establecido de los trabajadores.
- La hora extra por hora se refiere al costo que se le paga al trabajador si no completa la hora trabajada, en este caso se le paga los mismos 3373 pesos.
- Las horas máximas trabajadas son aquellas que labora un empleado en un día laboral de 8 horas.
- El costo de horas extras es el valor pagado por trabajar horas adicionales en la jornada laboral. En la empresa se liquida la hora a 4000 pesos
- El costo de mantener un empleado es el salario mínimo legal vigente.
- Para calcular el costo de liquidar un empleado se tiene en cuenta el salario mínimo legal sumando cesantías, interés de cesantías, vacaciones y prima.
- Con respecto al inventario inicial permitido, máximo inventario permitido y mínimo inventario permitido no se tiene en cuenta ya que como se produce bajo pedido no hay inventario de producto terminado.
- Los 129 pesos es el costo de mantener el inventario por unidad.
- La máxima subcontratación se refiere a la cantidad de unidades que la empresa pagaría a otra organización para fabricar sus productos. En nuestro caso 15 unidades máximas para subcontratar.

- El costo de subcontratar a otra empresa por hacer el producto es de 40000 pesos por unidad.
- La capacidad de requerimiento por unidad es el tiempo que se demora producir el Butaco en este caso es 4 horas, este dato se adquiere de la suma de los tiempos estándar del proceso teniendo en cuenta que se omiten los tiempos de espera puesto que mientras se aguarda para continuar la producción se están realizando otras labores del mismo producto, por lo cual el tiempo real de producción es en el que el producto está bajo algún proceso.

Resultados proyectados por WinQSB para la planeación agregada

Se analizarán los resultados por producto de la planeación agregada y la unión de los dos artículos teniendo en cuenta 2 estrategias una de ellas es cuando el promedio de producción es constante y la última con el tiempo regular de los empleados.

A. Análisis de Planeación agregada

- Análisis mediante la estrategia de promedio de producción constante

Planeación agregada del Butaco lápiz

Cuadro 32.Resultados de promedio producción constante (Butaco lápiz)

Período	Demanda	Producción regular	Tiempo de producción	Producción por subcontratación	Producción total	Inventario final	Contratación	Despido	Número de empleados
Inicio						0			2
Período 1	83	92	0	0	92	9	0	0	2
Período 2	83	100	0	0	100	26	0	0	2
Período 3	83	96	0	0	96	39	0	0	2
Período 4	83	96	0	0	96	52	0	0	2
Período 5	83	96	0	0	96	65	0	0	2
Total	415	480	0	0	480	191	0	0	

Fuente: Programa estadístico WinQSB. 2012

Los resultados obtenidos se observan en el cuadro anterior deduciendo que la demanda pronosticada para cada período es de 83 butucos con un total de 415 unidades en todos los períodos. La planeación agregada propone:

Los empleados en el primer período producen 92 unidades con el objeto de almacenar 9 para el próximo mes, en el segundo período se tiene la capacidad de fabricar 100 productos para tener 26 en inventario, teniendo en cuenta las unidades guardadas del mes anterior; en los 3 últimos meses propone que los trabajadores produzcan 96 butacos para acumular 13 unidades por período y lograr obtener un total de 191 unidades guardadas para satisfacer las ventas durante los demás períodos. Por último dice que no es necesario subcontratar producción ni contratar empleados o despedirlos.

Planeación agregada Taburete

Cuadro 33. Resultados promedio producción constante (Taburete)

Período	Demanda	Producción regular	Tiempo de producción	Producción por subcontratación	Producción total	Inventario final	Contratación	Despido	Número de empleados
Inicio						0			2
Período 1	118	123	0	0	123	5	0	0	2
Período 2	118	133	0	0	133	20	0	0	2
Período 3	118	128	0	0	128	30	0	0	2
Período 4	118	128	0	0	128	40	0	0	2
Período 5	118	128	0	0	128	50	0	0	2
Total	590	640	0	0	640	145	0	0	

Fuente: Programa estadístico WinQSB. 2012

En el Taburete la planeación agregada me dice que los dos empleados tienen la capacidad de producir 123 Taburetes con el objeto de almacenar 5 unidades y suplir la necesidad de la demanda cuando es mayor a 83 unidades. En el 2 mes programa producir 133 unidades logrando tener un inventario total 20 productos totales en el inventario y en los últimos 3 periodos logra proyectar uniformemente la producción con un valor de 128 unidades es decir 10 Taburetes extras por cada mes con una totalidad de 145 Taburetes. En este producto la cantidad de empleados es suficiente para satisfacer la demanda por ende sugiere no realizar ninguna subcontratación ni contratar más empleados y propone no despedirlos.

Planeación agregada (Butaco + Taburete)

Cuadro 34. Resultados promedio producción constante (Butaco + Taburete)

Período	Demanda	Producción regular	Tiempo de producción	Producción por subcontratación	Producción total	Inventario final	Contratación	Despido	Número de empleados
Inicio						0			4
Período 1	201	368	0	0	368	167	0	0	4
Período 2	201	400	0	0	400	366	0	0	4
Período 3	201	384	0	0	384	549	0	0	4
Período 4	201	384	0	0	384	732	0	0	4
Período 5	201	384	0	0	384	915	0	0	4
Total	1.005,00	1.920,00	0	0	1.920	2.729	0	0	

Fuente: Programa estadístico WinQSB. 2012

Lo que se pretende en esta estrategia es analizar si los 4 empleados tiene la capacidad de producir los dos productos conjuntamente y se observa los siguientes resultados con la técnica de producción continua:

La demanda sumada de los dos productos es 201 y se observa que en la planeación agregada, programa producir 368 unidades en el primer período es decir adicionalmente se cuenta con 167 butucos y Taburetes para mantener en el inventario. En el 2 mes los 4 empleados tiene la capacidad de producir 400 unidades logrando la aproximación de duplicar la demanda pronosticada y fabricando 199 productos para sumarlos al inventario final. Como en los casos anteriores los últimos 3 períodos se fabricaría 384 unidades para obtener en total 2729 elementos en el inventario final.

A continuación se mostrará un cuadro resumen para observar detalladamente la comparación de las 2 estrategias por el método de producción continua logrando ver con claridad cuál es la mejor opción para la planeación agregada de los productos.

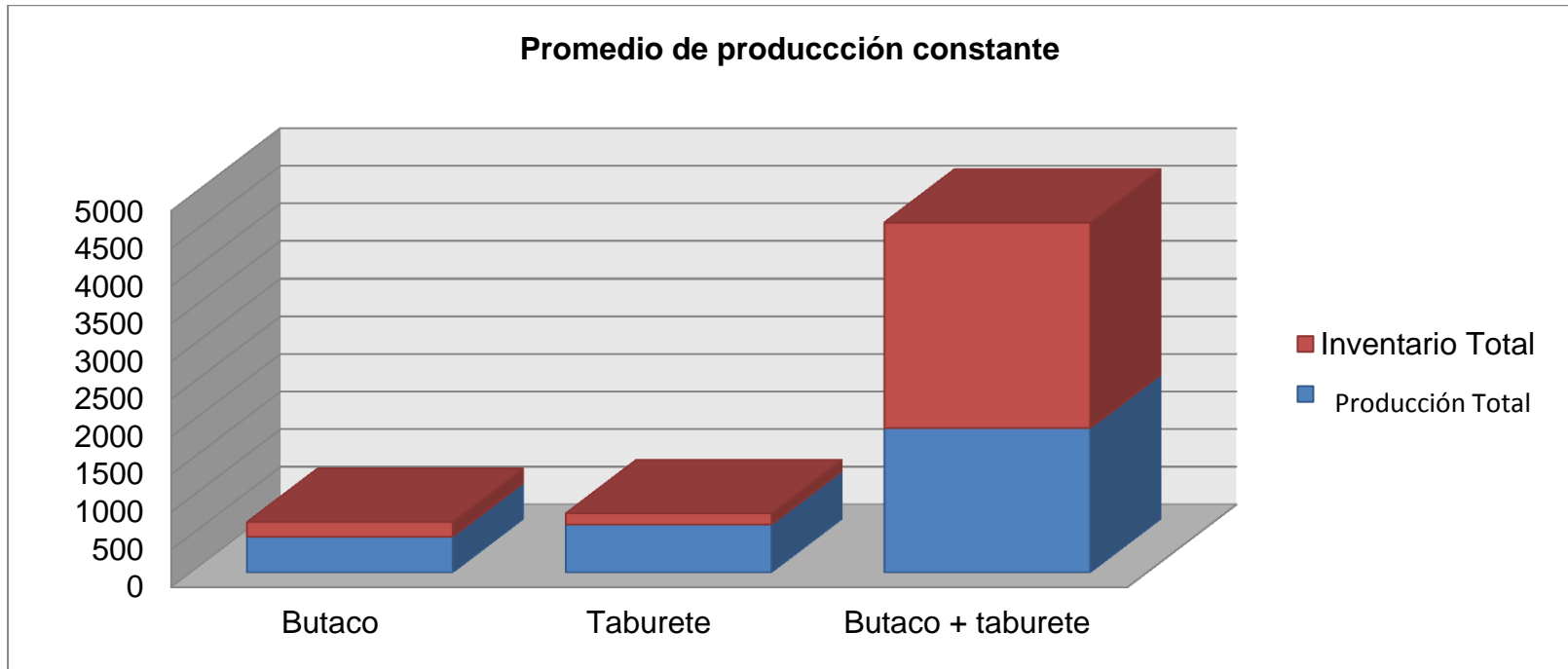
Cuadro 35.Comparación promedio producción constante

Estrategia	Promedio producción constante					
Meses	Butaco		Taburete		Butaco + Taburete	
	Producción total	Inventario final	Producción total	Inventario final	Producción total	Inventario final
Inicio		0		0		0
Período 1	92	9	123	5	368	167
Período 2	100	26	133	20	400	366
Período 3	96	39	128	30	384	549
Período 4	96	52	128	40	384	732
Período 5	96	65	128	50	384	915
Total	480	191	640	145	1.920	2.729
Producción total	1120				1.920	
Inventario final	336				2.729	
Dif producción total	800					
Dif inventario total	2.393					

Fuente: Tomado y adaptado Autores, 2012.

Se muestra que en la primera estrategia se fabricarían 1120 productos si se utiliza la planeación agregada por separado, pero si se hacen los dos productos conjuntamente es decir si la fábrica los 4 empleados las unidades producidas serían 1920 lo cual aumentaría el inventario en la 2 estrategia con 2729 unidades.

Gráfica 13. Comparación promedio producción constante



Fuente: Autores 2012.

Se puede observar con claridad lo anteriormente dicho con respecto a la producción realizada por los empleados en los 5 períodos y cuál es el inventario total respectivo de cada estrategia.

b. Planeación agregada mediante Tiempo regular constante de los empleados

Planeación agregada del Butaco lápiz

Cuadro 36. Resultados Tiempo regular constante (Butaco)

Período	Demanda	Producción regular	Tiempo de producción	Producción por subcontratación	Producción total	Inventario final	Contratación	Despido	Número de empleados
Inicio						0			2
Período 1	83	138	0	0	138	55	1	0	3
Período 2	83	150	0	0	150	122	0	0	3
Período 3	83	144	0	0	144	183	0	0	3
Período 4	83	144	0	0	144	244	0	0	3
Período 5	83	144	0	0	144	305	0	0	3
Total	415	720	0	0	720	909	1	0	

Fuente: Programa estadístico WinQSB. 2012

En esta estrategia lo que pretende mostrar es lo que sucede si se aumenta los números de trabajadores para producir la misma cantidad de demanda pronosticada teniendo en cuenta la fabricación de un solo producto. Se puede analizar que se produce 138 productos en el primer período para almacenar 55 unidades. En el 2 mes se logra fabricar más unidades consiguiendo un número de 150 y adicionando al inventario con un total de 122 butucos. Por último en los últimos 3 meses se fabrica 144 unidades logrando un inventario final de 909 unidades en los 5 meses. Con respecto a la producción por subcontratación y despido de los empleados no son necesarios.

Planeación agregada del Taburete

Cuadro 37.Resultados Tiempo regular constante (Taburete)

Período	Demanda	Producción regular	Tiempo de producción	Producción Por subcontratación	Producción total	Inventario final	Contratación	Despido	Número de empleados
Inicio						-			2
Período 1	118	184	0	0	184	66	1	0	3
Período 2	118	200	0		200	148	0	0	3
Período 3	118	192	0	0	192	222	0	0	3
Período 4	118	192	0	0	192	296	0	0	3
Período 5	118	192	0	0	192	370	0	0	3
Total	590	960	0	0	960	1.102	0	0	

Fuente: Programa estadístico WinQSB. 2012

En el Taburete se analiza lo siguiente: En el primer período con 3 empleados se fabrica 184 unidades adicionado 66 Taburetes al inventario final. En el 2 período se fabrican 16 unidades adicionales con respecto al 2 mes y logrando 148 unidades en espera para suplir la demanda inesperada de los mismos períodos. En los 3 meses posteriores se fabrican 192 unidades logrando 1102 productos al final del tiempo pronosticado. En esta técnica se contrata 1 empleado adicional y no es necesario despedir ninguno.

Planeación agregada del (Butaco +Taburete)

Cuadro 38. Resultados Tiempo regular constante (Butaco+ Taburete)

Período	Demanda	Producción regular	Tiempo de producción	Producción por subcontratación	Producción total	Inventario final	Contratación	Despido	Número de empleados
Inicio						0			4
Período 1	201	460	0	0	460	259	1	0	5
Período 2	201	500	0	0	500	558	0	0	5
Período 3	201	480	0	0	480	837	0	0	5
Período 4	201	480	0	0	480	1.116,00	0	0	5
Período 5	201	480	0	0	480	1.395,00	0	0	5
Total	1.005,00	2.400,00	0	0	2.400,00	4.165,00	1	0	

Fuente: Programa estadístico WinQSB. 2012

En este cuadro se observa que en el primer período se producen 460 unidades es decir que los 5 empleados fabrican 259 productos adicionales para almacenar. En el 2 mes se aumenta la producción en 40 unidades logrando obtener un inventario de 558 unidades. En los últimos períodos como sucedió en los resultados de los productos por separado la planeación agregada propone que los empleados fabriquen 480 unidades cada mes logrando obtener 4165 unidades en inventario. Se propone adicionar un empleado adicional y no se tiene en cuenta la producción por subcontratación ni el despido de los empleados.

- Se establecerá el resumen de las dos formas mediante la técnica de tiempo regular constante de los empleados con el fin de observar la comparación y analizar los datos.

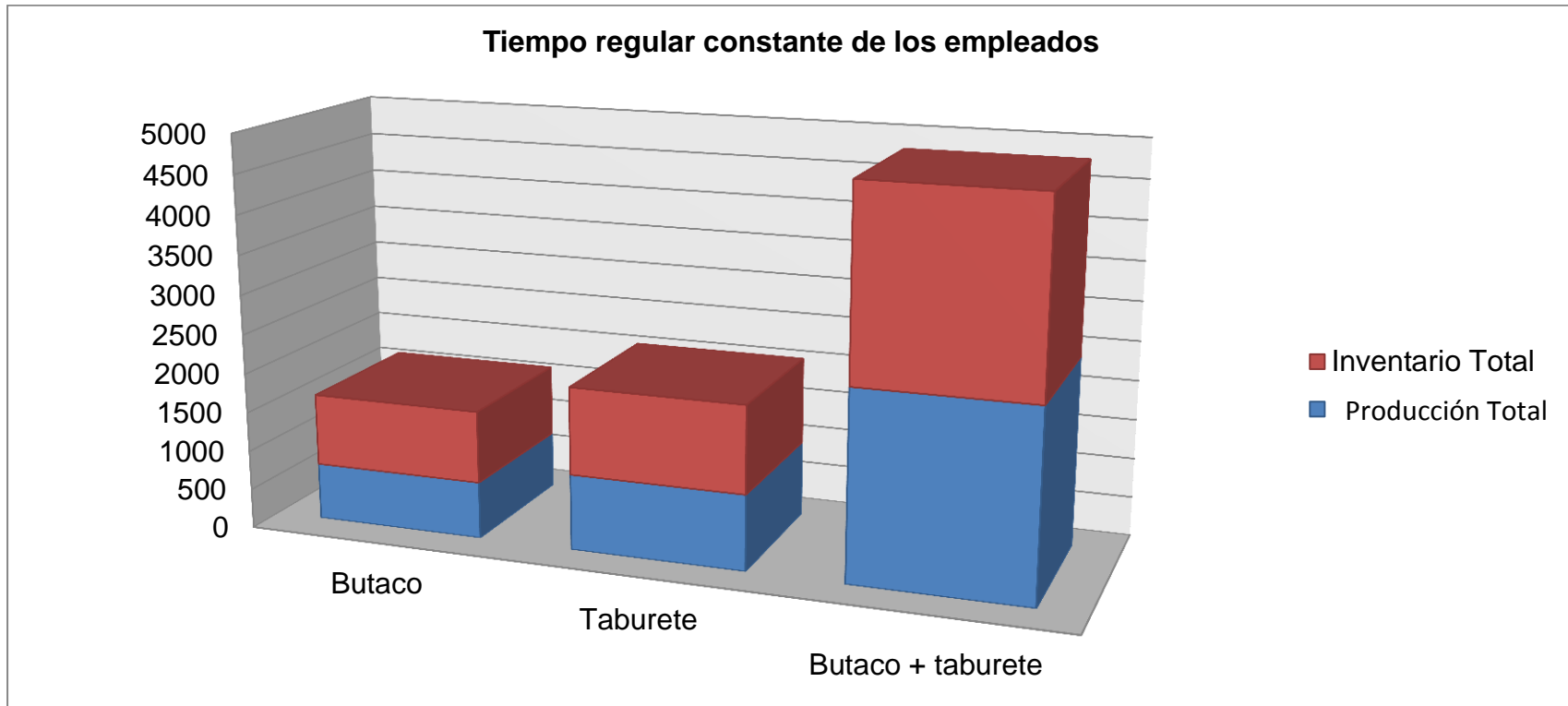
Cuadro 39. Comparación tiempo regular constante

Meses	Butaco		Taburete		Butaco + Taburete	
	Producción total	Inventario final	Producción total	Inventario final	Producción total	Inventario final
Inicio		0		-		0
Período 1	138	55	184	66	60	25
Período 2	150	122	200	148	00	55
Período 3	144	183	192	222	80	83
Período 4	144	244	192	296	80	11
Período 5	144	305	192	370	80	13
Total	720	909	960	1.102	400	41
Producción total	1.680				2.400	
Inventario final	2011				4.165	
Dif producción total	720					
Dif inventario total	2.154					

Fuente: Tomado y adaptado Autores, 2012.

En este cuadro se ve claramente que fabricando los productos por separado con 3 empleados el número de unidades es menor con respecto a la producción conjunta, es decir la diferencia entre los dos es de 720 unidades. El inventario final debido a que la producción aumenta por adicionar un empleado en la primera técnica almacena 2011 productos, mientras la segunda obtiene un resultado de 2154 unidades.

Gráfica 14. Comparación Tiempo regular constante



Fuente: Autores 2012.

Se observa que cuando se produce los dos productos conjuntamente y por separado la producción total es similar a la cantidad que se fabrica para tener en el inventario.

B. Análisis de costos

- Análisis de costos mediante la Estrategia de promedio de producción constante.

Costos para la planeación agregada del Butaco lápiz

Cuadro 40. Costos promedio de producción constante. (Butaco)

Período	Tiempo regular	Horas extraordinarias	Costo de subcontratación	Costo de mantener el inventario	Contratación	Despido	Costo total
Período 1	1.241.264	0	0	1.161	0	0	1.242.425
Período 2	1.349.200	0	0	3.354	0	0	1.352.554
Período 3	1.295.232	0	0	5.031	0	0	1.300.263
Período 4	1.295.232	0	0	6.708	0	0	1.301.940
Período 5	1.295.232	0	0	8.385	0	0	1.303.617
Total	6.476.160	0	0	24.639	0	0	6.500.799

Fuente: Programa estadístico WinQSB. 2012

Los costos suministrados por el programa para cada período son primero los del trabajo en tiempo regular es decir durante las 8 horas diarias sin excederse y pasar a horas extraordinarias ni subcontratación, debido a que no se requiere de trabajo en dichas no se establecen costos para este concepto posteriormente se muestra el costo de inventario el cual es directamente proporcional a la cantidad almacenada según la estrategia ya que no hay contratación ni despido de empleados no se aumentan los costos, el costo total es la sumatoria por período de los costos que incurren para la producción, el costo del segundo período es mayor a los demás y los tres últimos períodos incurren en el mismo costo en tiempo regular y poca variación en el total. El costo total de la producción del Butaco para los 5 períodos es de \$6.500.799

Costos para la Planeación agregada del Taburete

Cuadro 41. Costos promedio de producción constante. (Taburete)

Período	Tiempo regular	En hora	Horas extraordinarias	Costo de subcontratación	Costo de mantener el inventario	Contratación	Despido	Costo total
Período 1	1.244.637	0	0	0	485	0	0	1.245.122
Período 2	1.345.827	3.373	0	0	1.940	0	0	1.351.140
Período 3	1.295.232	0	0	0	2.910	0	0	1.298.142
Período 4	1.295.232	0	0	0	3.880	0	0	1.299.112
Período 5	1.295.232	0	0	0	4.850	0	0	1.300.082
Total	6.476.160	3.373	0	0	14.065	0	0	6.493.598

Fuente: Programa estadístico WinQSB. 2012

Para la producción de Taburete según esta estrategia se presentan costos de producción en tiempo regular y de almacenamiento normalmente, aunque en el segundo período se incurre en un costo extra en horas adicionales lo cual aumenta el costo total del período. El costo total de la producción del taburete para los 5 períodos es de \$6.493.598

Costos para la Planeación agregada del (Butaco + Taburete)

Cuadro 42. Costos promedio de producción constante. (Butaco + Taburete)

Período	Tiempo regular	Horas extraordinarias	Costo de subcontratación	Costo de mantener el inventario	Contratación	Despido	Costo total
Período 1	2.482.528	0	0	18.370	0	0	2.500.898
Período 2	2.698.400	0	0	40.260	0	0	2.738.660
Período 3	2.590.464	0	0	60.390	0	0	2.650.854
Período 4	2.590.464	0	0	80.520	0	0	2.670.984
Período 5	2.590.464	0	0	100.650	0	0	2.691.114
Total	12.952.320	0	0	300.190	0	0	13.252.510

Fuente: Programa estadístico WinQSB. 2012

En la producción simultánea no se presentan costos de horas extras ni de subcontratación ya que se trabaja solamente en horas regulares y con el trabajo de los empleados existentes es suficiente para cubrir la producción de cada mes. El costo de almacenar es alto debido a las cantidades que se encuentra en el inventario y el costo total de la producción de los 2 productos para 5 meses con esta estrategia es de \$13.252.510.

A continuación se mostrará el resumen de los costos mostrando la comparación de las 3 estrategias mediante el promedio de producción constante.

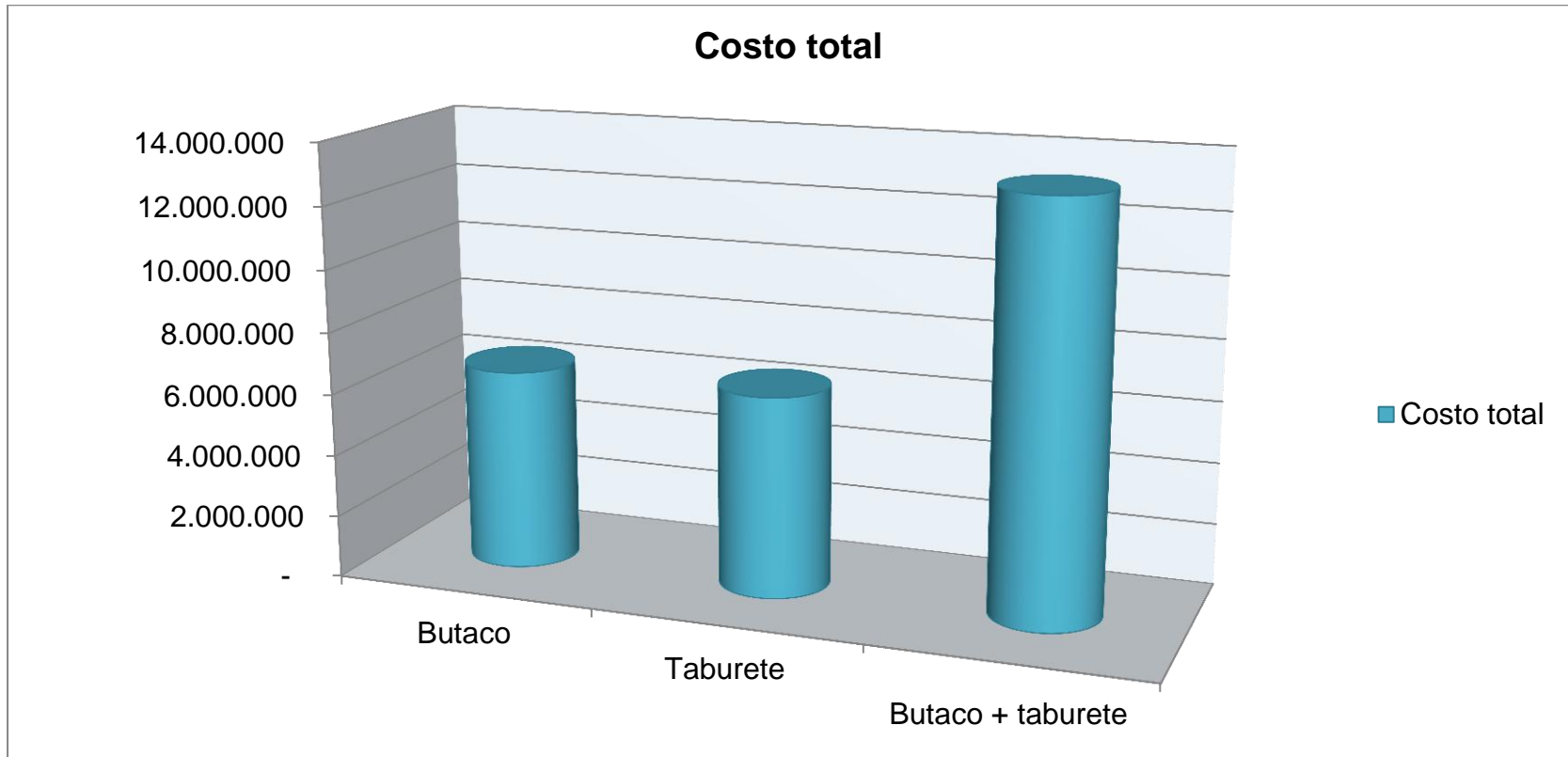
Cuadro 43. Comparación de costos promedio producción constante

Meses	Costo total Butaco	Costo total Taburete	Costo total Butaco + Taburete
Período 1	1.242.425	1.245.122	2.500.898
Período 2	1.352.554	1.351.140	2.738.660
Período 3	1.300.263	1.298.142	2.650.854
Período 4	1.301.940	1.299.112	2.670.984
Período 5	1.303.617	1.300.082	2.691.114
Total	6.500.799	6.493.598	13.252.510
Análisis	Costo total	12.994.397	13.252.510
	Diferencia	258.113	

Fuente: Tomado y adaptado Autores, 2012.

Se observa que el costo total de la producción para los 5 meses y la diferencia en dinero de la implementación de cada método siendo mayor la producción simultánea debido a la cantidad de productos en inventario que aumentan los costos de mantener.

Gráfica 15. Comparación de costos promedio de producción constante



Fuente: Autores 2012.

Mediante este gráfico se muestra el costo total de la estrategia para los 5 períodos de cada producto y de la producción simultánea, se observa que los costos de producción del butaco y del taburete por separado son similares.

b. Análisis de costos de la Planeación agregada mediante Tiempo regular constante de los empleados

Costos para la Planeación agregada del Butaco lápiz

Cuadro 44. Costos para Tiempo regular constante de los empleados (Butaco lápiz)

Período	Tiempo regular	Horas extraordinarias	Costo de subcontratación	Costo de mantener el inventario	Contratación	Despido	Costo total
Período 1	1.861.896	0	0	7.095	566.700	0	2.435.691
Período 2	2.023.800	0	0	15.738	0	0	2.039.538
Período 3	1.942.848	0	0	23.607	0	0	1.966.455
Período 4	1.942.848	0	0	31.476	0	0	1.974.324
Período 5	1.942.848	0	0	39.345	0	0	1.982.193
Total	9.714.240	0	0	117.261	566.700	0	10.398.200

Fuente: Programa estadístico WinQSB. 2012

Para la planeación del butaco mediante la estrategia de Tiempo regular constante de los empleados arroja costos de producción en tiempo regular sin ser necesarias horas extras ni subcontratación en ningún período, en el primer mes pronosticado requiere la contratación de un empleado por lo que este tiene un aumento en su costo total y el valor de lo que cuesta implementar esta estrategia es de 10.398.200 pesos.

Costos para la Planeación agregada del Taburete

Cuadro 45. Costos para Tiempo regular constante Taburete

Período	Tiempo regular	Horas extraordinarias	Costo de subcontratación	Costo de mantener el inventario	Contratación	Despido	Costo total
Período 1	1.861.896	-	-	6.402	566.700	-	2.434.998
Período 2	2.023.800	-	-	14.356	-	-	2.038.156
Período 3	1.942.848	-	-	21.534	-	-	1.964.382
Período 4	1.942.848	-	-	28.712	-	-	1.971.560
Período 5	1.942.848	-	-	35.890	-	-	1.978.738
Total	9.714.240	-	-	106.894	566.700	-	10.387.830

Fuente: Programa estadístico WinQSB. 2012

Para la producción del taburete de igual manera a la del butaco se requiere en el primer período de contratación por lo cual el costo total del período se eleva. El costo total en esta estrategia para el taburete es de \$10.387.830

Costos para la Planeación agregada del (Butaco+ Taburete)

Cuadro 46. Costos para Tiempo regular constante (Butaco+ Taburete)

Período	Tiempo regular	Horas extraordinarias	Costo de subcontratación	Costo de mantener el inventario	Contratación	Despido	Costo total
Período 1	3.103.160	-	-	28.490	566.700	-	3.698.350
Período 2	3.373.000	-	-	61.380	-	-	3.434.380
Período 3	3.238.080	-	-	92.070	-	-	3.330.150
Período 4	3.238.080	-	-	122.760	-	-	3.360.840
Período 5	3.238.080	-	-	153.450	-	-	3.391.530
Total	16.190.400	-	-	458.150	566.700	-	17.215.250

Fuente: Programa estadístico WinQSB. 2012

Debido a que cada producto en su producción requiere de contratación, al realizar la producción simultánea de igual manera es necesaria la contratación y el aumento en los costos totales del primer período. Los costos de almacenar se aumentan por la fabricación de unidades adicionales para acumular en el inventario. El costo total de producir los 2 productos al tiempo es de \$17.215.250.

Se realiza un cuadro resumen con el fin de comparar los costos por cada estrategia y observar cual es la más viable para la empresa.

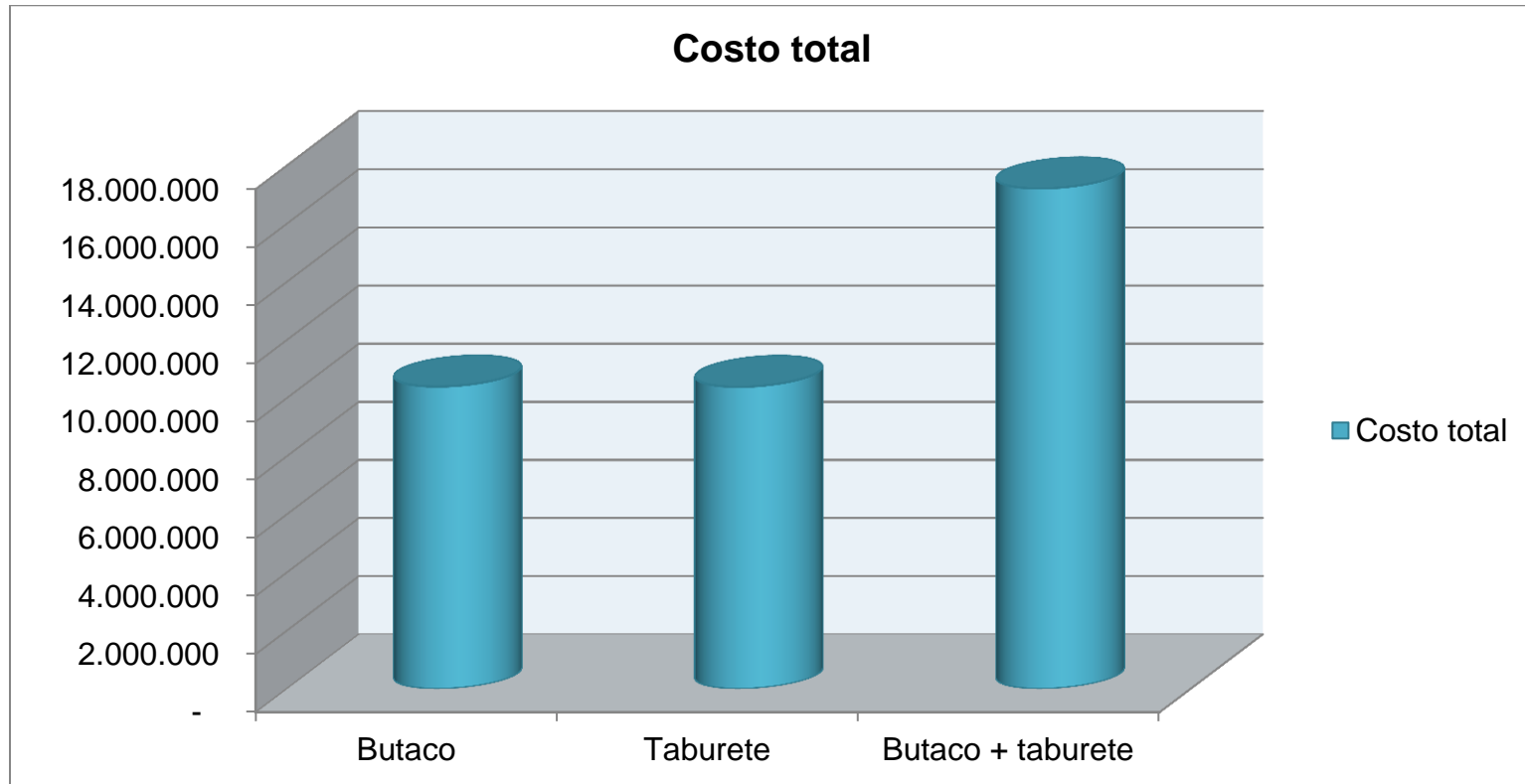
Cuadro 47. Comparación de costos por tiempo regular constante de los empleados

Meses	Costo total Butaco	Costo total Taburete	Costo total Butaco + Taburete
Período 1	\$ 2.435.691	\$ 2.434.998	\$ 3.698.350
Período 2	\$ 2.039.538	\$ 2.038.156	\$ 3.434.380
Período 3	\$ 1.966.455	\$ 1.964.382	\$ 3.330.150
Período 4	\$ 1.974.324	\$ 1.971.560	\$ 3.360.840
Período 5	\$ 1.982.193	\$ 1.978.738	\$ 3.391.530
Total	\$ 10.398.200	\$ 10.387.830	\$ 17.215.250
Análisis	Costo total	\$ 20.786.030	\$ 27.603.080
	Diferencia	\$ 6.817.050	

Fuente: Tomado y adaptado Autores, 2012.

Se analiza que para producir los 2 productos simultáneamente genera costos más altos fabricar cada producto por separado ya que la diferencia de los costos totales es de un valor considerablemente alto \$ 6.817.050

Gráfica 16. Comparación de costos tiempo regular constante



Fuente: Autores 2012.

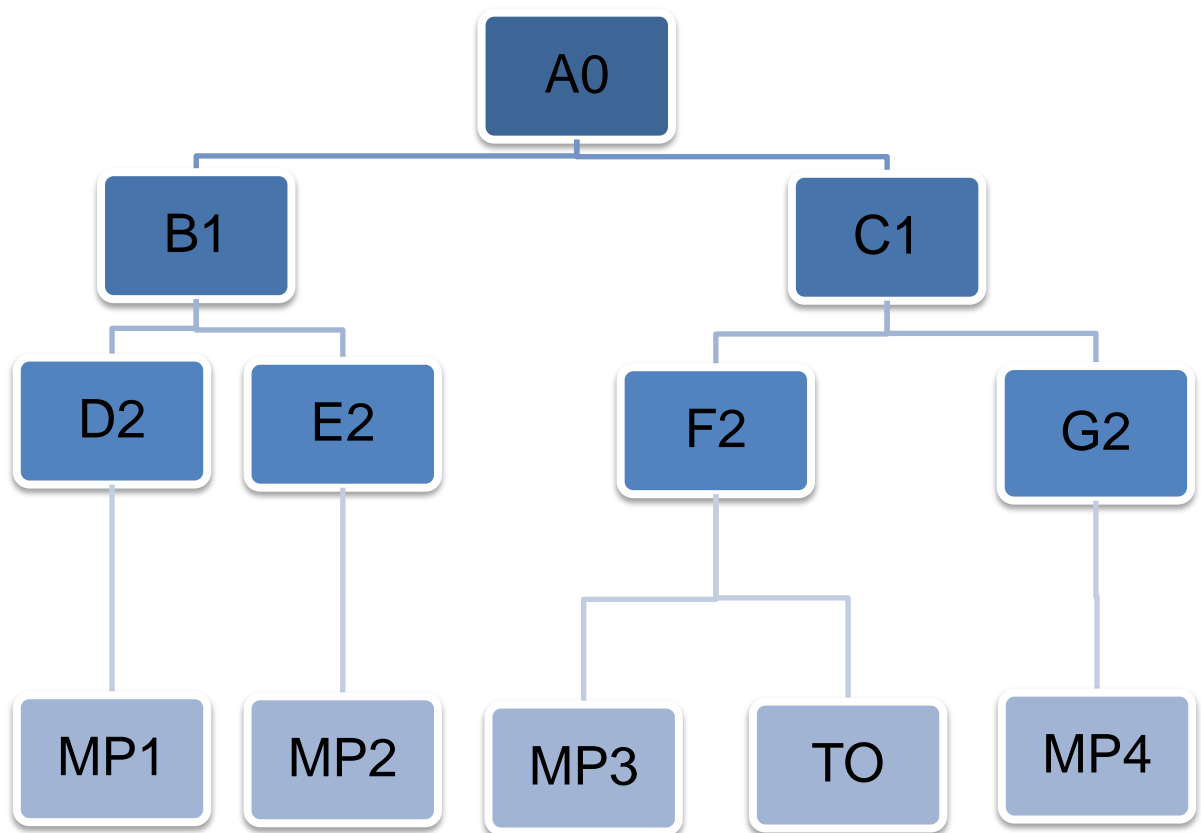
Mediante este gráfico se muestra el costo total de la estrategia para los 5 períodos de cada producto y de la producción simultánea, se observa que los costos de producción del butaco y del taburete por separado son similares.

3.3.2 Planeacion de requerimiento MPR

Lista de materiales

- Butaco lapiz

Figura 29. Lista de materiales (Butaco)



Fuente: Autores 2012.

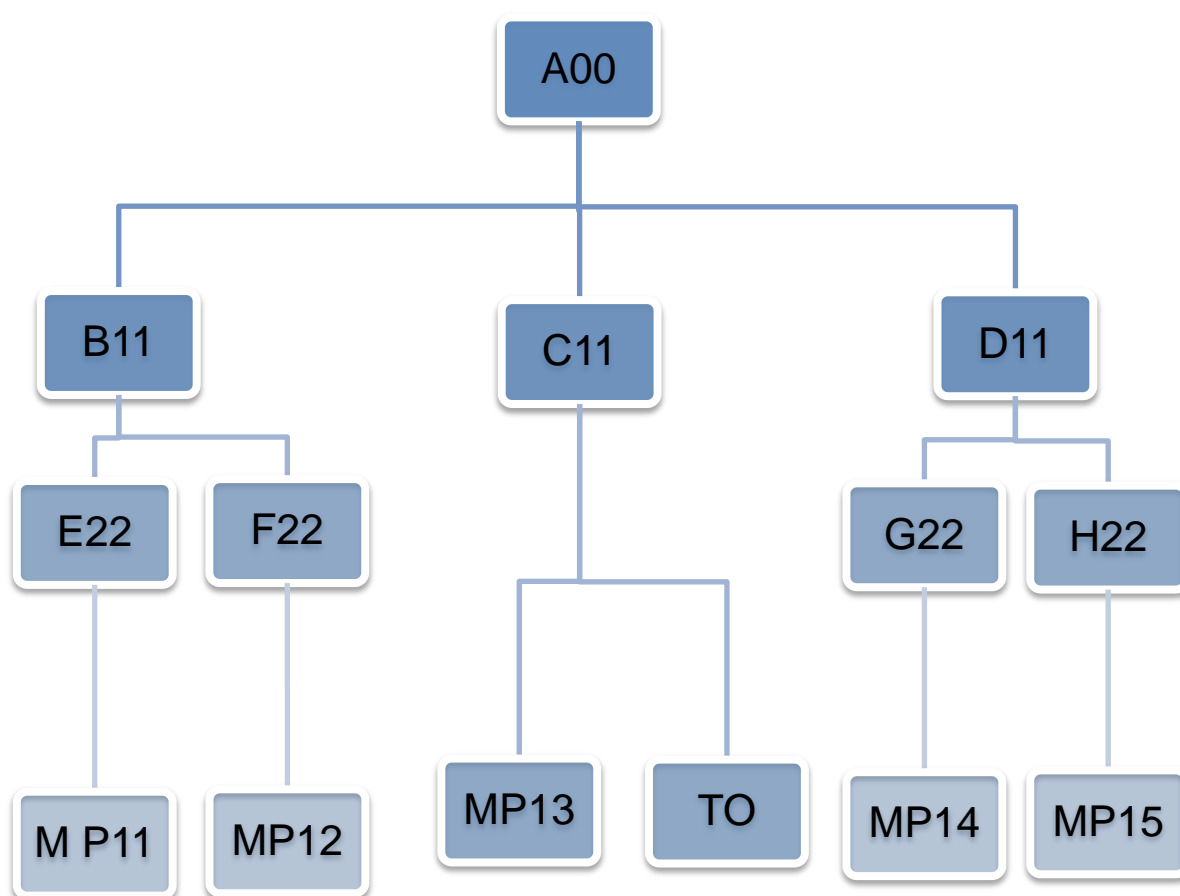
Cuadro 48. Datos (Lista de materiales) Butaco

Código de la parte	Nivel				Descripción de la parte	Cd	Unid de medida	Cand acumulada	Lead time
	0	1	2	3		Unid			(Min)
A0	A0				Producto final	1		1	428
B1		B1			Parte superior	1		1	8835
D2			D2		Copete	1		1	157
MP1				MP1	Madera pino	2	Pieza	2	7200
E2			E2		Soporte 1	3		3	38
MP2				MP2	Madera pino	1	Pieza	1	7200
C1		C1			Parte inferior	1		1	8866
F2			F2		Asiento	1	Pieza	1	178
MP3				MP3	Madera pino	5	Pieza	5	7200
TO				TO	Tornillos	3	Pulgadas	3	0
G2			G2		Soporte 2	1	Piezas	1	48
MP4				MP4	Madera pino	5	Pieza	5	7200

Fuente: Autores 2012.

- Taburete

Figura 30. Lista de materiales Taburete



Fuente: Autores 2012.

Cuadro 49. Datos (Lista de materiales)

Código de la parte	Nivel				Descripción de la parte	Cant	Unidad de medida	Cantidad acumulada	Lead time
	0	1	2	3					(Min)
A00	A00				Silla	1		1	457
B11		B11			Parte Trasera	1		1	13332
E22			E22		Cuerpo	1		1	213
MP11				MP11	Madera pino	4	Pieza	4	4320
F22			F22		Soportes 1	1		1	99
MP12				MP12	Madera pino	2	Pieza	2	4320
C11		C11			Asiento	1		1	61
MP13				MP13	Madera pino	1	Pieza	1	4320
TO				TO	Tornillos	4		4	0
D11		D11			Parte trasera	1		1	20
G22			G22		Soportes 2			1	4460
MP14				MP14	Madera pino	2	Pieza	2	60
H22			H22		Soportes 3	1		1	4320
MP15				MP15	Madera pino	6	Pieza	6	80

Fuente: Autores 2012.

Información requerida para lograr la planeación de requerimiento de materiales

Para lograr la planeación de requerimiento de materiales se calcula el costo unitario de cada parte teniendo en cuenta el valor de la fabricación de los productos en estudio. Al mismo tiempo para obtener el costo de mantener el inventario se utilizó el coste de oportunidad de invertir el dinero en un banco (BBVA) por medio de un CDT con un interés de 1% mensualmente con el fin de conocer el respectivo valor y el costo de ordenar donde se tuvo en cuenta cuánto vale ordenar la compra de la materia prima (Madera y tornillos) por la unidad de fabricación. A continuación en las siguientes tablas se presentan los resultados de los costos:

Cuadro 50. Costos necesarios para calcular MRP (Butaco)

Parte	Costo unitario	Costo de ordenar	Costo de mantener anual
Butuco	\$ 12.890	\$ 50	\$ 1.547
Parte superior	\$ 4.800	\$ 50	\$ 576
Copete	\$ 3.200	\$ 50	\$ 384
Madera	\$ 1.600	\$ 50	\$ 192
Soporte	\$ 1.600	\$ 50	\$ 192
Madera	\$ 1.600	\$ 50	\$ 192
Parte inferior	\$ 8.090	\$ 50	\$ 971
Asiento	\$ 4.890	\$ 50	\$ 587
Madera	\$ 1.600	\$ 50	\$ 192
Tornillos	\$ 30	\$ 50	\$ 11
Soporte	\$ 3.200	\$ 50	\$ 384
Madera	\$ 1.600	\$ 50	\$ 192

Fuente: Autores 2012.

Cuadro 51. Costos necesarios para calcular MRP (Taburete)

Parte	Costo unitario	Costo de ordenar	Costo de mantener anual
Silla	\$ 9.720	\$ 50	\$ 1.166
Parte Trasera	\$ 3.200	\$ 50	\$ 384
Cuerpo	\$ 1.600	\$ 50	\$ 192
Madera pino	\$ 1.600	\$ 50	\$ 192
Soportes 1	\$ 1.600	\$ 50	\$ 192
Madera pino	\$ 1.600	\$ 50	\$ 192
Asiento	\$ 3.320	\$ 50	\$ 398
Madera pino	\$ 1.600	\$ 50	\$ 192
Tornillos	\$ 30	\$ 50	\$ 14
Parte delantera	\$ 3.200	\$ 50	\$ 384
Soportes 2	\$ 1.600	\$ 50	\$ 192
Madera pino	\$ 1.600	\$ 50	\$ 192
Soportes 3	\$ 1.600	\$ 50	\$ 192
Madera pino	\$ 1.600	\$ 50	\$ 192

Fuente: Autores 2012.

Solución requerimiento de materiales a través WinQSB

Para realizar los cálculos se utilizó la herramienta interactiva WinQSB que compone de diferentes módulos para resolver un tipo de problema específico en nuestro caso se utilizó planeación de requerimiento de materiales las cuales para obtener los resultados del respectivo análisis fue necesario tener en cuenta los siguientes pasos:

Figura 31. Diagrama de flujo MRP WinQSB

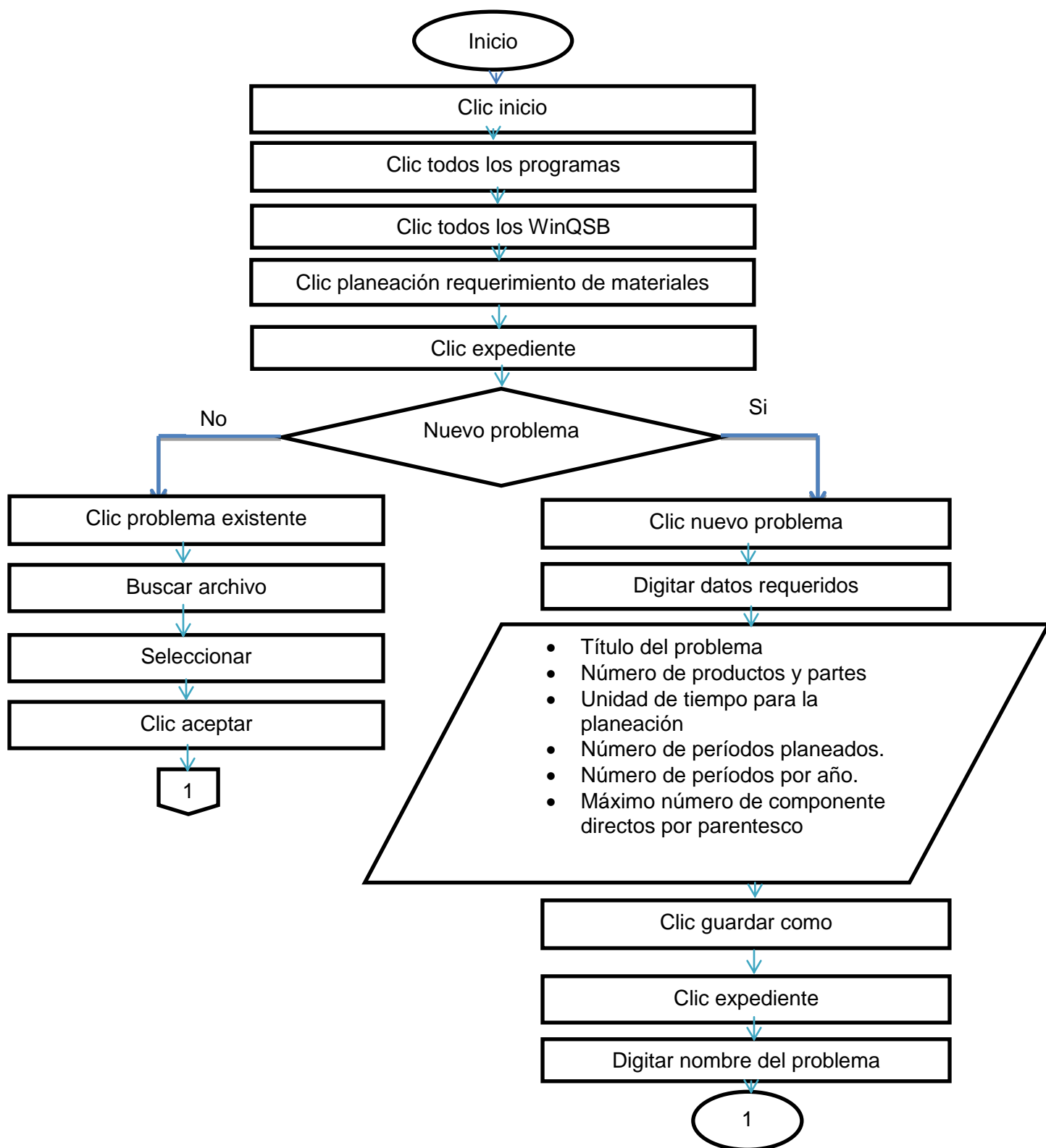


Figura 31. (Continuación)

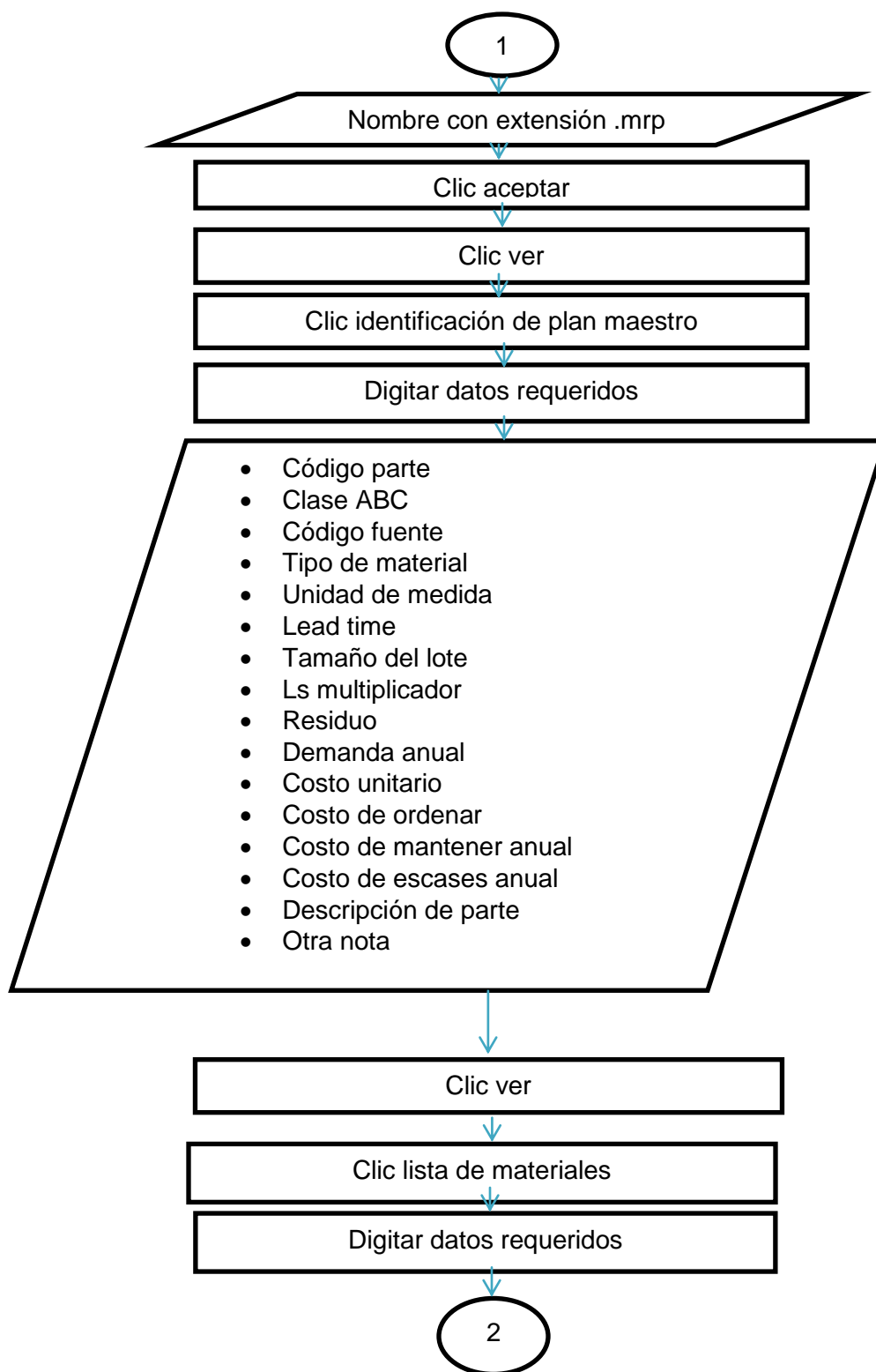


Figura 31. (Continuación)

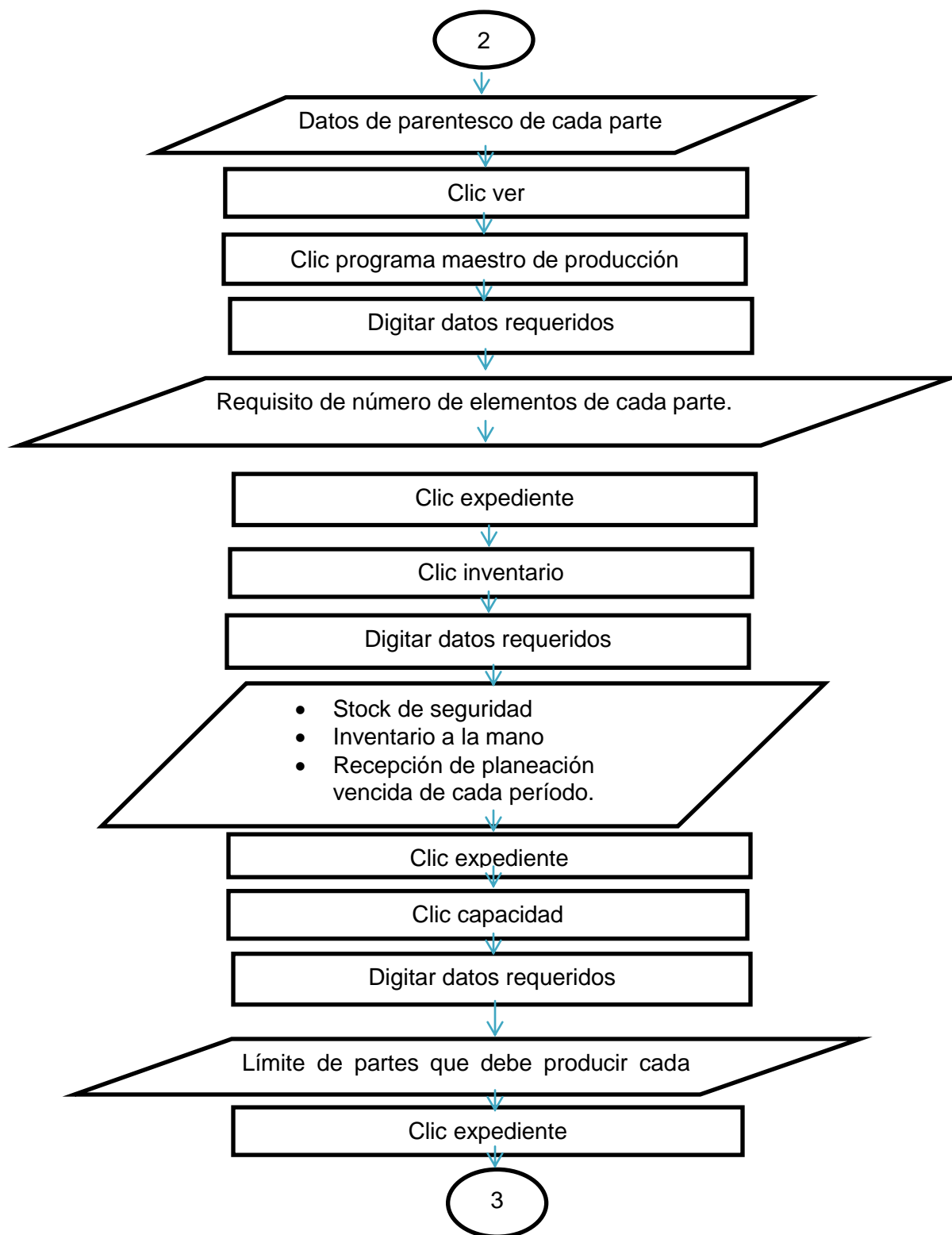
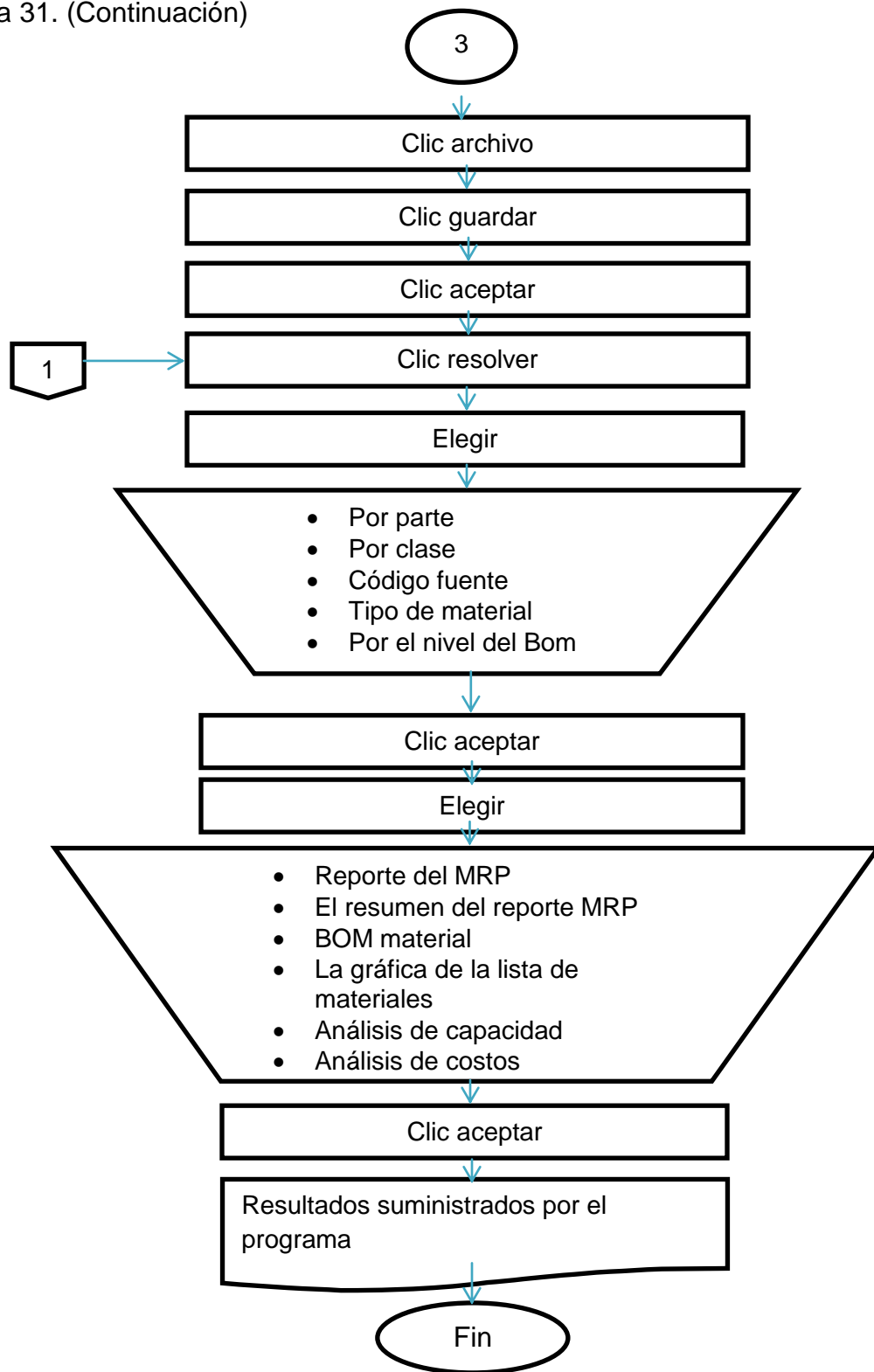


Figura 31. (Continuación)



Fuente: Autores 2012

A. Identificación plan maestro (Butaco)

Cuadro 52. Identificación plan maestro Butaco

N°	Identificación de la parte	Clase ABC	Tipo de material	Unidad de medida	Tamaño del lote	Residuo %	Demanda anual	Costo unitario	Costo de ordenar	Costo de mantener (Anual)	Descripción de la parte
1	AO	AO	Madera	Und	POQ		1378	12890	50	1547	Producto final
2	B1	B1	Madera	Und	POQ			4800	50	576	Parte superior
3	D2	D2	Madera	Und	POQ			3200	50	384	Copete
4	MP1	MP1	Madera	Pieza	POQ	5		1600	50	192	Madera
5	E2	E2	Madera	Und	POQ			1600	50	192	Soporte 1
6	MP2	MP2	Madera	Pieza	POQ	5		1600	50	192	Madera
7	C1	C1	Madera	Und	POQ			8090	50	971	Parte inferior
8	F2	F2	Madera	Und	POQ			4890	50	587	Asiento
9	MP3	MP3	Madera	Pieza	POQ	5		1600	50	192	Madera
10	TO	TO	Drywall	Unidad	POQ			90	50	11	Tornillos
11	G2	G2	Madera	Und	POQ			3200	50	384	Soporte 2
12	MP4	MP4	Madera	Pieza	POQ	5		1600	50	192	Madera

Fuente: Autores 2012.

En el cuadro anterior de la identificación del plan maestro se coloca el ítem de cada parte y la descripción de la misma teniendo en cuenta si es producto final, ensamble y materia prima. Se identifica el tipo de material de las piezas, la unidad de medida que se da por unidad y pieza que es la manera que se encuentra disponible los palos de madera (Pino canadiense).

El tamaño de lote en nuestro caso se utiliza las siguientes técnicas de órdenes planeadas entre ellas lote por lote (LFL), Lote económico (EOQ), período fijo (POQ) y algoritmo de balanceo por parte- período (PPB).

El residuo se refiere a la cantidad de material que se elimina cuando la materia prima ha sido transformada en los productos. La viruta y la leña hacen parte del 5% del desperdicio de la parte.

En La demanda anual se tuvo en cuenta la cantidad de unidades que se vendieron el último año 2011.

Los costos son los descritos en el apartado anterior en el cuadro 50. (Costos necesarios para calcular el MRP del Butaco).

B. Lista de materiales

Cuadro 53. Lista de materiales 2 (Butaco)

Identificación de la parte	Identificación del componente / uso	Identificación del componente / uso
AO	B1	C1
B1	D2	E2
D2	MP1	
MP1		
E2	MP2	
MP2		
C1	F2	G2
F2	MP3	TO
MP3		
TO		
G2	MP4	
MP4		

Fuente: Autores 2012.

El fin de este cuadro se muestra la relación que tiene cada parte con una principal para que el programa WinQSB establezca la lista de materiales correspondientes entendiéndolo de la siguiente manera:

- La parte superior (B1) y la parte inferior (C1) hacen parte del producto final (A0).
 - El copete (D2) y el soporte 1(E2) Son componentes de la parte superior.
 - (La MP1) ES la materia prima del copete (D2).
 - (La MP2) ES la materia prima del soporte 1 (E2).
 - asiento (F2) y el soporte 2 (G2) Son componentes de la parte inferior.
 - (La MP3) materia prima y (TO) es del asiento (F2).
 - (La MP4) es la materia prima de soporte (G2).
- Para un mejor entendimiento (Ver figura 29. Lista de materiales Butaco).

C. Programa maestro de producción

Cuadro 54. Programa maestro de producción (Butaco)

Ítem id	Requisito mes 1	Requisito	Requisito mes 3	Requisito mes 4	Requisito mes 5
		Mes 2			
AO	83	83	83	83	83
B1	83	83	83	83	83
D2	83	83	83	83	83
MP1	166	166	166	166	166
E2	83	83	83	83	83
MP2	83	83	83	83	83
C1	83	83	83	83	83
F2	83	83	83	83	83
MP3	249	249	249	249	249
TO	249	249	249	249	249
G2	83	83	83	83	83
MP4	166	166	166	166	166

Fuente: Autores 2012.

El programa maestro de producción destina con exactitud la cantidad necesaria de cada parte por los períodos establecidos es decir si observamos el ítem MP1 (Materia prima) se deduce que se necesitan 166 piezas de madera para realizar 83 unidades del soporte (D2) y así sucesivamente con cada componente del Butaco lápiz.

D. Inventario

Cuadro 55. Inventario (Butaco)

Identificación del elemento	Stock de seguridad
AO	130
B1	
D2	
MP1	
E2	
MP2	
C1	
F2	
MP3	
TO	
G2	
MP4	

Fuente: Autores 2012.

Para calcular el stock de seguridad del Butaco se manipuló los datos históricos de la demanda de los años 2009, 2010 y 2011 (Ver anexo B) tablas de datos para encontrar desviación estándar de los datos, al mismo tiempo se utilizó el valor Z del cuadro de distribución normal con un nivel de confianza del 95% obteniendo el resultado que se observa en la Cuadro 53. (Inventario Butaco lápiz).

A continuación se muestra la operación matemática para calcular el stock de seguridad:

Stock de seguridad= $Z * s$

S: Desviación estándar muestra (78,62)

Z: Distribución normal (1,65)

Stock de seguridad= $1,65 * 78,62 = 129,71 \approx 130$ butucos lápiz

Se observa que el stock de seguridad es mayor con respecto al pronóstico de los períodos ya que la desviación estándar es alta porque la demanda de los respectivos meses en algunos aumentan y disminuye es decir se alejan del promedio, (Ver gráfica 9). Ventas Butaco lápiz, por tal motivo el stock debe ser suficiente para cumplir los pedidos requeridos.

E. Capacidad Butaco

Cuadro 56.Capacidad Butaco

Identificación del elemento	Mes 1 capacidad	Mes 2 capacidad	Mes 3 capacidad	Mes 4 capacidad	Mes 5 capacidad
AO	M	M	M	M	M
B1	M	M	M	M	M
D2	M	M	M	M	M
MP1	M	M	M	M	M
E2	M	M	M	M	M
MP2	M	M	M	M	M
C1	M	M	M	M	M
F2	M	M	M	M	M
MP3	M	M	M	M	M
TO	M	M	M	M	M
G2	M	M	M	M	M
MP4	M	M	M	M	M

Fuente: Autores 2012.

Con respecto a la capacidad de producir el producto se colocó que no tenía limitante tanto para la empresa como los proveedores con el objeto de cumplir con los pedidos establecidos por tal motivo. La M WinQSB la entiende como capacidad infinita.

Cabe aclarar que la metodología de la planeación de requerimiento de materiales realizada por el programa WinQSB es la misma para los dos productos los cuales se explicó la del Butaco detalladamente y la del Taburete se anexa. (Ver anexo E)

Resultados de planeación de requerimiento de materiales a través que WinQSB

Con el programa de WinQSB se realizaron las 4 técnicas de órdenes planeadas (LFL, EOQ, POQ y PPB) para establecer el mínimo costo de las estrategias proponiendo una solución viable a la empresa.

A continuación se explicará los resultados que arroja la herramienta mediante la técnica cantidad fija por pedido para observar con mayor detenimiento el reporte de planeación de requerimiento de producción de materiales de las demás técnicas (Ver anexo E. Planeación de requerimiento de materiales MRP).

Resultados proyectados por WinQSB

- Reporte MRP Mediante la técnica de pedido fijo (POQ)

Cuadro 57. Reporte Mediante la técnica de pedido fijo (Butaco)

Ítem: AO	Atrasado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
	PRODUCTO FINAL	LT = 0	SS = 130	LS = POQ	UM = UND	ABC = AO	
Requerimiento bruto	-	83	83	83	83	83	415
Recepción programada	-	-	-	-	-	-	-
Disponible	-	47	47	47	47	47	
Requerimiento neto	130	83	83	83	83	83	545
Recibo de pedidos planeados	-	130	83	83	83	83	462
Emisión de pedidos	-	130	83	83	83	83	462

Cuadro 57. (Continuación)

	Atrasado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
Ítem: B1	PARTE SUPERIOR	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UND	ABC = B1	
Requerimiento bruto	-	213	166	166	166	166	877
Recepción programada	-	-	-	-	-	-	-
Disponible	-	-	-	-	-	-	
Requerimiento neto	-	213	166	166	166	166	877
Recibo de pedidos planeados	-	213	166	166	166	166	877
Emisión de pedidos	-	213	166	166	166	166	877
Ítem: D2	Atrasado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
	COPETE	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UND	ABC = D2	
Requerimiento bruto	-	296	249	249	249	249	1.292
Recepción programada	-	-	-	-	-	-	-
Disponible	-	-	-	-	-	-	
Requerimiento neto	-	296	249	249	249	249	1.292
Recibo de pedidos planeados	-	296	249	249	249	249	1.292
Emisión de pedidos	-	296	249	249	249	249	1.292

Cuadro 57. (Continuación)

	Atrasado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
Ítem: MP1	MADERA	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = PIEZA	ABC = MP1	
Requerimiento bruto	-	462	415	415	415	415	2.122
Recepción programada	-	-	-	-	-	-	-
Disponible	-	23	44	65	85	106	
Requerimiento bruto	-	485	436	436	436	436	2.228
Recibo de pedidos planeados	-	485	436	436	436	436	2.228
Emisión de pedidos	-	485	436	436	436	436	2.228
	Atrasado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
Ítem: E2	SOPORTE 1	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UND	ABC = E2	
Requerimiento bruto	-	296	249	249	249	249	1.292
Recepción programada	-	-	-	-	-	-	-
Disponible	-	-	-	-	-	-	
Requerimiento bruto	-	296	249	249	249	249	1.292
Recibo de pedidos planeados	-	296	249	249	249	249	1.292
Emisión de pedidos	-	296	249	249	249	249	1.292

Cuadro 57. (Continuación)

	Atrasado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
Ítem: MP2	MADERA	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = PIEZA	ABC = MP2	
Requerimiento bruto	-	379	332	332	332	332	1.707
Recepción programada	-	-	-	-	-	-	-
Disponible	-	19	36	52	69	85	
Requerimiento bruto	-	398	349	349	349	349	1.792
Recibo de pedidos planeados	-	398	349	349	349	349	1.792
Emisión de pedido	-	398	349	349	349	349	1.792
	Atrasado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
Ítem: C1	PARTE INFERIOR	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UND	ABC = C1	
Requerimiento bruto	-	213	166	166	166	166	877
Recepción programada	-	-	-	-	-	-	-
Disponible	-	-	-	-	-	-	
Requerimiento neto	-	213	166	166	166	166	877
Recibo de pedidos planeados	-	213	166	166	166	166	877
Emisión de pedidos	-	213	166	166	166	166	877

Cuadro 57. (Continuación)

	Atrasado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
ítem: F2	ASIENTO	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UND	ABC = F2	
Requerimiento bruto	-	296	249	249	249	249	1.292
Recepción programada	-	-	-	-	-	-	-
Disponible	-	-	-	-	-	-	
Requerimiento neto	-	296	249	249	249	249	1.292
Recibo de pedidos planeados	-	296	249	249	249	249	1.292
Emisión de pedidos	-	296	249	249	249	249	1.292
	Atrasado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
ítem: MP3	MADERA	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = PIEZA	ABC = MP3	
Requerimiento bruto	-	545	498	498	498	498	2.537
Recepción programada	-	-	-	-	-	-	-
Disponible	-	27	52	77	102	127	
Requerimiento neto	-	572	523	523	523	523	2.664
Recibo de pedidos planeados	-	572	523	523	523	523	2.664
Emisión de pedidos	-	572	523	523	523	523	2.664

Cuadro 57. (Continuación)

	Atrasado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
Ítem: C1	PARTE INFERIOR	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UND	ABC = C1	
Requerimiento bruto	-	213	166	166	166	166	877
Recepción programada	-	-	-	-	-	-	-
Disponible	-	-	-	-	-	-	
Requerimiento neto	-	213	166	166	166	166	877
Recibo de pedidos planeados	-	213	166	166	166	166	877
Emisión de pedidos	-	213	166	166	166	166	877
	Atrasado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
Ítem: F2	ASIENTO	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UND	ABC = F2	
Requerimiento bruto	-	296	249	249	249	249	1.292
Recepción programada	-	-	-	-	-	-	-
Disponible	-	-	-	-	-	-	
Requerimiento neto	-	296	249	249	249	249	1.292
Recibo de pedidos planeados	-	296	249	249	249	249	1.292
Emisión de pedidos	-	296	249	249	249	249	1.292

Cuadro 57. (Continuación)

	Atrasado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
Ítem: MP3	MADERA	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = PIEZA	ABC = MP3	
Requerimiento bruto	-	545	498	498	498	498	2.537
Recepción programada	-	-	-	-	-	-	-
Disponible	-	27	52	77	102	127	
Requerimiento neto	-	572	523	523	523	523	2.664
Recibo de pedidos planeados	-	572	523	523	523	523	2.664
Emisión de pedidos	-	572	523	523	523	523	2.664
	Atrasado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
Ítem: TO	TORNILLOS	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UNIDAD	ABC = TO	
Requerimiento bruto	-	545	498	498	498	498	2.537
Recepción programada	-	-	-	-	-	-	-
Disponible	-	-	-	-	-	-	
Requerimiento neto	-	545	498	498	498	498	2.537
Recibo de pedidos planeados	-	545	498	498	498	498	2.537
Emisión de pedidos	-	545	498	498	498	498	2.537

Cuadro 57. (Continuación)

	Atrasado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
Ítem: G2	SOPORTE 2	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UND	ABC = G2	
Requerimiento bruto	-	296	249	249	249	249	1.292
Recepción programada	-	-	-	-	-	-	-
Disponible	-	-	-	-	-	-	
Requerimiento neto	-	296	249	249	249	249	1.292
Recibo de pedidos planeados	-	296	249	249	249	249	1.292
Emisión de pedidos	-	296	249	249	249	249	1.292
	Atrasado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
ítem: MP4	MADERA	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UND	ABC = MP4	
Requerimiento bruto	-	462	415	415	415	415	2.122
Recepción programada	-	-	-	-	-	-	-
Disponible	-	23	44	65	85	106	
Requerimiento neto	-	485	436	436	436	436	2.228
Recibo de pedidos planeados	-	485	436	436	436	436	2.228
Emisión de pedidos	-	485	436	436	436	436	2.228

Fuente: Programa estadístico WinQSB. 2012

Se observa que la técnica de cantidad de orden periódica (POQ) en el producto final (A0) produce 47 unidades adicionales con el objeto de cumplir con el stock de seguridad que requiere la empresa para satisfacer la demanda, es decir que para los 5 meses se fabrican 462 unidades pero no cumpliría con el requerimiento bruto neto de 545 unidades.

En las partes del Butaco debido a que Mahe-muebles no tiene stock de seguridad no hay cantidades disponibles para utilizarlos en períodos futuros pero producen las cantidades necesarias para satisfacer las 47 unidades adicionales. Esto se observa en la parte posterior (B1) de la siguiente manera se necesita producir 877 unidades en los 5 períodos pronosticados es decir el reporte de planeación de requerimiento de materiales realiza una emisión de pedidos de las mismas unidades, sin tener en cuenta de producir piezas adicionales del Butaco.

Liberación orden de planificación del Butaco

Cuadro 58. Liberación orden de planificación del Butaco

Ítem	Identificación del elemento	Atrasado	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
1	AO	-	130	83	83	83	83	462
2	B1	-	213	166	166	166	166	877
3	D2	-	296	249	249	249	249	1.292
4	MP1	-	485	436	436	436	436	2.228
5	E2	-	296	249	249	249	249	1.292
6	MP2	-	398	349	349	349	349	1.792
7	C1	-	213	166	166	166	166	877
8	F2	-	296	249	249	249	249	1.292
9	MP3	-	572	523	523	523	523	2.664
10	TO	-	545	498	498	498	498	2.537
11	G2	-	296	249	249	249	249	1.292
12	MP4	-	485	436	436	436	436	2.228

Fuente: Programa estadístico WinQSB. 2012

Se identifica el resumen del reporte de la planeación de requerimiento de materiales del butaco por parte, con el fin de conocer cuántas unidades se deben producir para satisfacer la demanda de 462 unidades en los 5 períodos o de manera independiente.

Para conocer los resultados de las demás estrategias de órdenes planeadas detalladamente de las partes que conforman el Butaco (Ver anexo E. Planeación de requerimiento de materiales MRP).

Análisis de costos de la planeación de requerimiento de materiales

Cuadro 59. Costos MRP mediante la técnica POQ (Butaco)

Ítem	Configuración total	Total	Total	Total	Total
ID	Costo de ordenar	Costo de mantener	Costo de escasez	Costo Unitario	Costo
AO	250	486	-	5744520	5745256
B1	250	0	-	3779200	3779450
D2	250	0	-	2833600	2833850
MP1	250	5668	-	3966480	3972398
E2	250	0	-	2833600	2833850
MP2	250	5668	-	3966480	3972398
C1	250	0	-	3920920	3921170
F2	250	5668	-	3966480	3972398
MP3	250	0	-	106230	106480
TO	250	0	-	3779200	3779450
G2	250	0	-	2833600	2833850
MP4	250	5668	-	3966480	3972398

Fuente: Programa estadístico WinQSB. 2012

Se observa los costos totales de los todos los períodos pronosticados y dependiendo de la técnica de órdenes planeadas el valor varia. Para conocer los costos detalladamente de las demás técnicas (Ver anexo E. Planeación de requerimientos de materiales MRP).

Resumen de los resultados por técnicas de órdenes planeadas.

Se estudia los resultados que arrojó WinQSB con respecto a los dos productos teniendo en cuenta las técnicas de órdenes planeadas.

Análisis por técnicas de órdenes planeadas del butaco.

A continuación se establece el reporte de planeación de requerimiento de materiales de cada estrategia teniendo en cuenta exclusivamente el producto final (A0).

Cuadro 60. Resumen técnicas de órdenes planeadas (Butaco)

Estrategia	Espera	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total	Disponible para el stock de seguridad
LFL	130	83	83	83	83	83	545	130
EOQ	132	85	85	85	76	85	547	132
POQ	-	130	83	83	83	83	462	47
PPB	213	-	166	-	83	83	545	130

Fuente: Tomado y adaptado Autores, 2012.

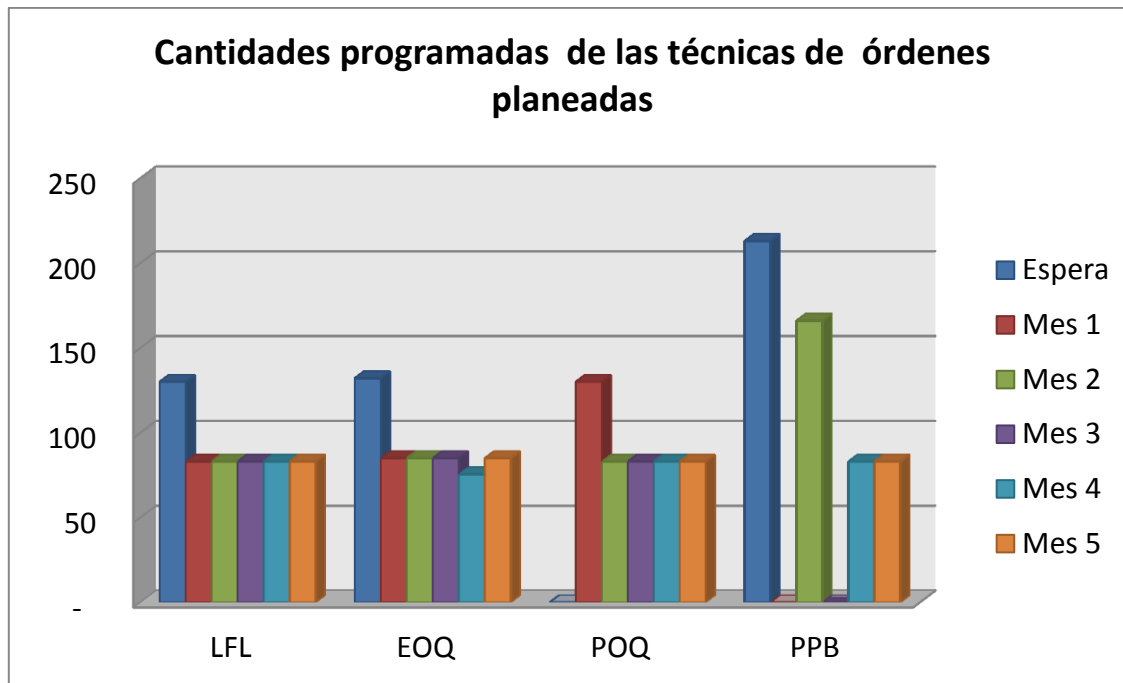
Del anterior cuadro se analiza:

- En la técnica de lote por lote (LFL) se produce la cantidad de los requerimientos netos es decir suma los 415 productos más el stock de seguridad requerido.
- En la estrategia cantidad económica de pedido (EOQ) tiene en cuenta el stock de seguridad con el requerimiento bruto, además en los períodos pronosticados la cantidad no es de 83 unidades. Este método propone fabricar 2 unidades adicionales en los primeros 3 períodos para suplir las necesidad de los

restantes y cumplir con la requerimiento neto, por último se observa que produce 132 butucos para el stock de seguridad proponiendo fabricar 2 unidades extras.

- En el método de algoritmo balanceo parte- período propone fabricar el requerimiento neto pero cantidades mayores a las 83 unidades pronosticadas con el fin de que la emisión de pedidos programara la fabricación. Plantea que el mes 1 y 3 no se produzca Butaco lápiz para producirlos en el 2 mes y en los últimos períodos se programa la demanda pronosticada.

Gráfica 17. Técnicas de órdenes planeadas por meses (Butaco)



Fuente: Autores 2012.

En el gráfico se observa con claridad la comparación planeación de requerimiento de materiales (MRP) mediante las técnicas de órdenes planeadas por meses y se evidencia el análisis de la Cuadro 58. Resumen técnicas de órdenes planeadas (Butaco).

Análisis por técnicas de órdenes planeadas del taburete. Se mostrará el resumen de los resultados de las estrategias de orden planeadas del 2 producto de estudio para dar los respectivos análisis y resultados de la planeación de requerimientos de materiales. Para ver detalladamente el reporte de planeación a través de la técnica cantidad de pedido por pedido y resumen del reporte del MRP por las técnicas de órdenes planeadas (Ver anexo E. Planeación de requerimiento de materiales).

Cuadro 61. Resumen técnicas de órdenes planeadas (Taburete)

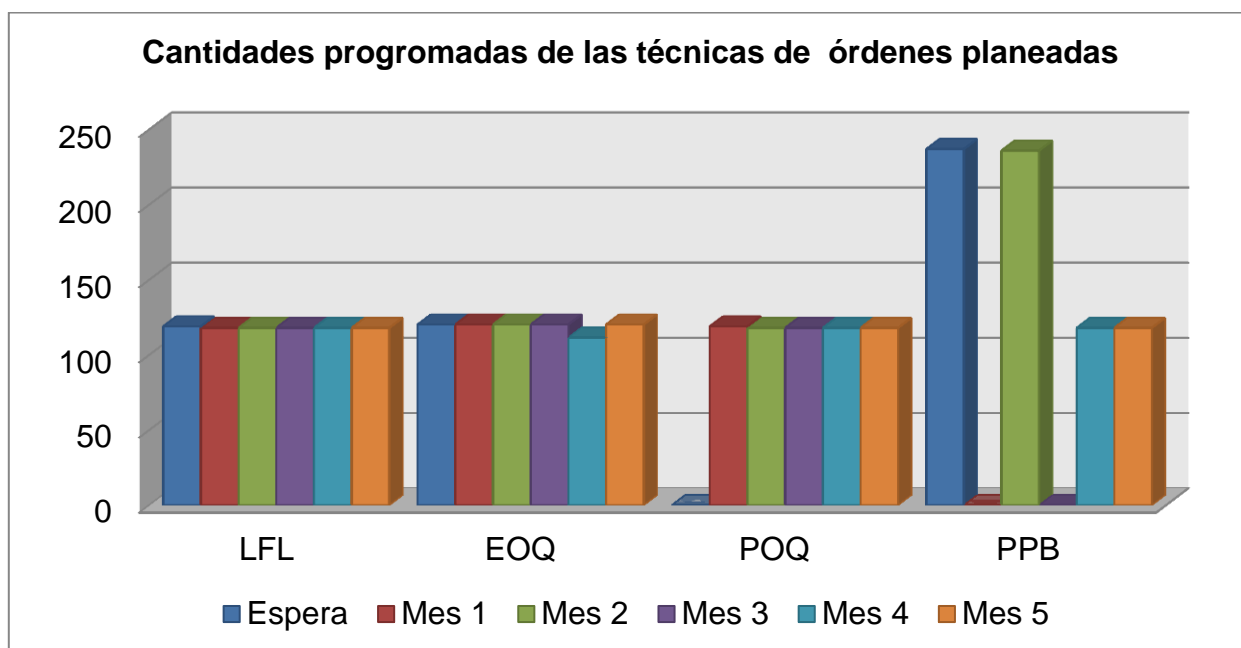
Estrategia	Taburete							
	Espera	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total	Disponible para el stock de seguridad
LFL	119	118	118	118	118	118	709	119
EOQ	120	120	120	120	112	120	713	123
POQ	0	119	118	118	118	118	591	1
PPB	237	0	236	0	118	118	709	119

Fuente: Tomado y adaptado Autores, 2012.

Del anterior cuadro se puede analizar de la siguiente manera:

- En la técnica de lote por lote (LFL) produce la cantidad de los requerimientos netos es decir tiene en cuenta los 118 productos más el stock de seguridad de 119 Taburetes ya que no se basa en producir solamente los requerimientos brutos o la demanda pronosticada.
- En la estrategia cantidad económica de pedido (EOQ) se basa en programar el requerimiento neto, además en los períodos pronosticados la cantidad no es de 118 unidades que es la demanda pronosticada. Este método propone fabricar 2 unidades adicionales en todos los períodos, por último se observa que produce 123 Taburetes para el stock de seguridad planteando fabricar 4 unidades extras para demandas que superen lo predicho.
- El modelo de cantidad fijo por pedido programa fabricar las unidades del requerimiento neto y producir una unidad extra para el stock de seguridad.
- En el método de algoritmo balanceo parte-período plantea fabricar el requerimiento neto pero en cantidades mayores a las 118 unidades pronosticadas con el fin de que la emisión de pedidos programe la fabricación. Plantea que el mes 1 y 3 no se produzca Taburete para producirlos en el 2 mes y en los últimos períodos y satisfacer la demanda

Gráfica 18. Técnicas de órdenes planeadas por meses (Taburete)



Fuente: Autores 2012.

En el gráfico se observa con más claridad que el modelo lote por lote (LFL) programa las cantidades de manera uniforme cumpliendo con las demandas pronosticadas. También se analiza que el modelo PPB produce cantidades mayores para satisfacer los períodos posteriores y al mismo tiempo aquellos donde no hay producción de taburete

Costos de las técnicas de órdenes planeadas

Cuadro 62. Costo de las técnicas de órdenes planeadas (Butaco)

Estrategia	Butaco lápiz				
	Costo de ordenar total	Costo de mantener Total	Costo unitario total	Costo total	Costo unitario Butaco
LFL	300	100.554,99	7.025.050	7.125.905	13.075
EOQ	300	103.525,68	7.056.029	7.159.855	13.080
POQ	250	30.295,42	5.955.180	5.985.725,50	12.956
PPB	200	121.955,16	7.025.050	7.147.205	13.114

Fuente: Tomado y adaptado Autores, 2012.

Cuadro 63. Costo de las técnicas de órdenes planeadas (Taburete)

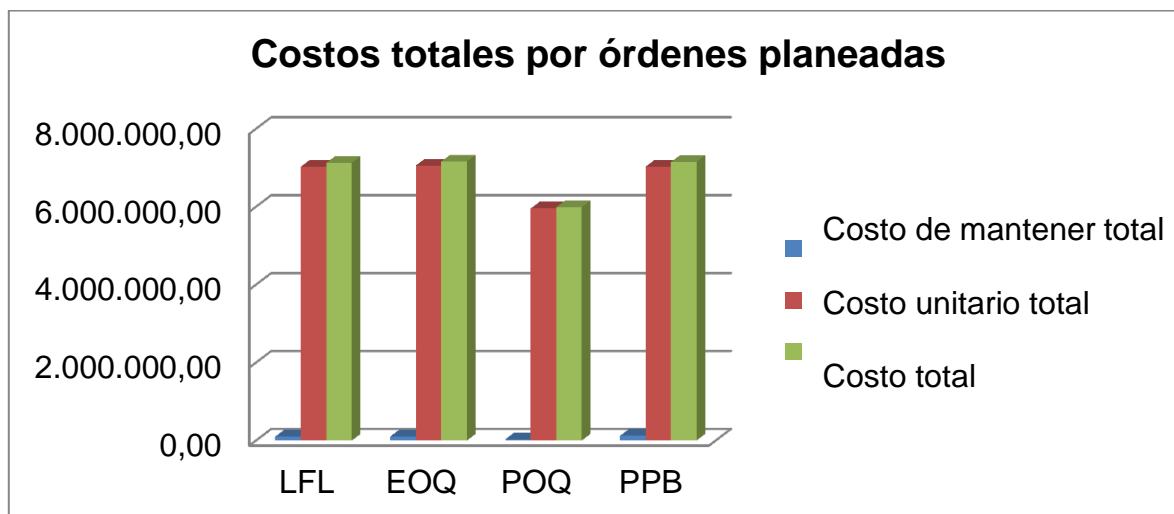
Estrategia	Taburete				
	Costo de ordenar total	Costo de mantener Total	Costo Unitario total	Costo total	Costo unitario Butaco
LFL	300	69.377	6.891.480	6.961.157	9818
EOQ	300	71.683,91	6.928.582	7.000.565,50	9821
POQ	250	485,83	5.744.520	5.745.256	9721
PPB	200	92.308,34	6.891.480	6.983.988,50	9850

Fuente: Tomado y adaptado Autores, 2012.

De acuerdo con el cuadro anterior se puede analizar lo siguiente:

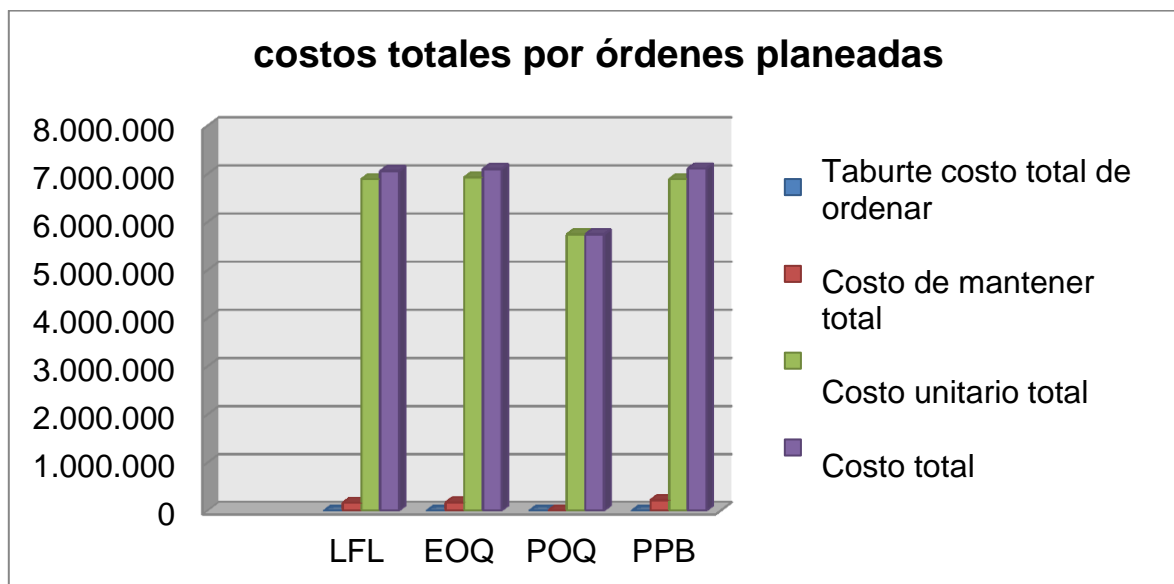
- En la técnica de lote por lote el costo de ordenar total aumenta en 50 pesos adicionales con las estrategias de POQ Y PPB. Con respecto al costo de mantener el inventario es la mas baja de las demas técnicas ya que su mayor propósito en minimizarlos.
- La estrategia de la cantidad económica de pedido (EOQ) se observa que tiene el mismo costo de ordenar de la tecnica de lote por lote. El costo de mantener el inventario es uno de los mas altos debido a que en unos períodos se produce cantidades adicionales para satisfacer las demandas de los meses siguientes. es una tecnica que no asume que el costo unitario no depende del tamaño del pedido.
- En las estrategia de cantidad de orden periódica asume un costo de mantener total de 250 pesos. Debido a que busca mejorar el desempeño de los costos de mantener el inventario se observa que en comparación con las demas técnicas es el costo más bajo. Por último se analiza que el costo unitario total es el más bajo de todos con respecto a las LFL, EOQ Y PPB ya que programa menor cantidad de productos.
- En el método de algoritmo balanceo parte- período los costos más altos son los de mantener el inventario ya que si se observa (Ver cuadro 61. Resumen técnicas de órdenes planeadas del butaco), programa cantidades elevadas en un período para satisfacer la demanda de los demás meses que no se produce ningún producto.

Gráfica 19. Costo totales por órdenes planeadas (Butaco)



Fuente: Autores 2012.

Gráfica 20. Costo totales por órdenes planeadas (Taburete)



Fuente: Autores 2012.

En las gráficas 19 y 20. Costo totales por órdenes planeadas (Butaco) y técnicas de órdenes planeadas por meses (Taburete) respectivamente, se observa la comparación de todos los costos que incurre cada estrategia con las demás técnicas de órdenes planeadas, constatando el análisis anteriormente dicho.

3.4 IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN.

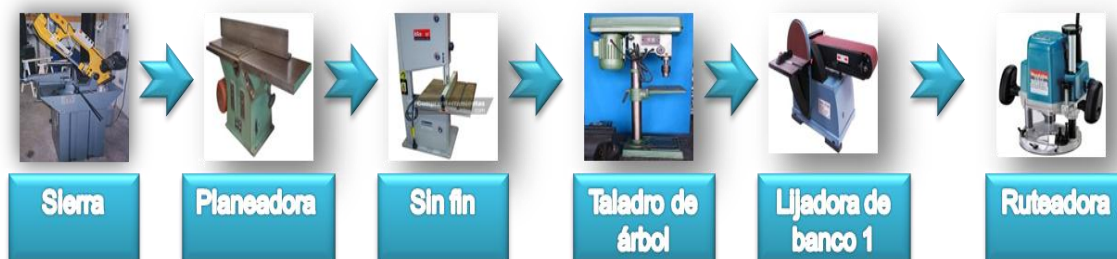
En base a las estrategias escogidas en la planeación agregada y el MRP se realiza la programación y control de estas.

3.4.1 Programación de la producción. Durante el proceso de los 2 productos se evidencia el uso de 9 máquinas las cuales dependiendo el trabajo a realizar se establece su uso por lo cual se realizan diagramas de secuenciación de maquinaria para cada proceso con el fin de facilitar la programación de la producción.

Secuencia de maquinaria para el proceso del Butaco

Figura 32. Secuencia de maquinaria para copete (Butaco)

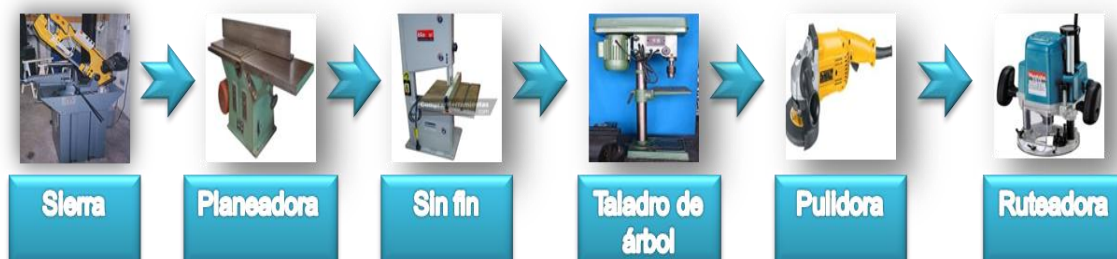
Copete



Fuente: Autores 2012.

Figura 33. Secuencia de maquinaria para asiento (Butaco)

Asiento



Fuente: Autores 2012.

Figura 34. Secuencia de maquinaria para soporte 1 (Butaco)

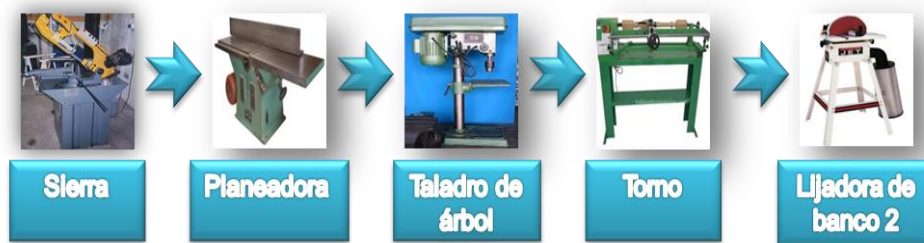
Soporte 1



Fuente: Autores 2012.

Figura 35. Secuencia de maquinaria para soporte 2 (Butaco)

Soporte 2



Fuente: Autores 2012

Secuencia de maquinaria para el proceso del Taburete

Figura 36. Secuencia de maquinaria para cuerpo (Taburete)

Cuerpo



Fuente: Autores 2012

Figura 37. Secuencia de maquinaria para asiento (Taburete)



Fuente: Autores 2012.

Figura 38. Secuencia de maquinaria para soporte 1 (Taburete)



Fuente: Autores 2012.

Figura 39. Secuencia de maquinaria para soporte 2 (Taburete)



Fuente: Autores 2012.

Se utiliza como herramienta de programación de la producción el programa WinQSB el cual requiere datos de tiempos de procesos donde son tomados de los tiempos estándar previamente establecidos. Cada producto requiere la fabricación de 4 partes realizadas por separado para posteriormente pasar a ser ensambladas, a continuación se especifican los procesos con las máquinas y tiempos correspondientes:

Cuadro 64. Relación de trabajos y máquinas de Butaco

	Trabajo		Operación	Máquina	Tiempo por unidad (Minutos)	Tiempo por total producción (83 unidades)
Butaco	1	Copete	1	Sierra	5,94	493,02
			2	Planeadora	1,09	90,47
			3	Sin fin	1,59	131,97
			4	Taladro de árbol	3,25	269,75
			5	Lijadora de banco 1	2,79	231,57
			6	Ruteadora	2,2	182,6
	2	Asiento	1	Sierra	15,5	1286,5
			2	Planeadora	6,4	531,2
			3	Sin fin	2,7	224,1
			4	Taladro de árbol	3,4	282,2
			5	Pulidora	1,6	132,8
			6	Ruteadora	2,6	215,8
	3	Soporte	1	Sierra	22,87	1898,21
			2	Planeadora	3,21	266,43
			3	Taladro de árbol	1,23	102,09
			4	Torno	4,07	337,81
			5	Lijadora de banco 2	1,1	91,3
	4	Soporte	1	Sierra	11,19	928,77
			2	Planeadora	6,6	547,8
			3	Taladro de árbol	3,2	265,6
			4	Torno	9,6	796,8
			5	Lijadora de banco 2	4	332

Fuente: Autores 2012.

Cuadro 65. Relación de trabajos y máquinas de Taburete

Taburete	Trabajo		Operación	Máquina	Tiempo por unidad (Minutos)	Tiempo por total producción (118 unidades)
	1	Cuerpo	1	Sierra	16,95	2000,1
	1	Cuerpo	2	Planeadora	1,33	156,94
			3	Sin fin	2,15	253,7
			4	Lijadora de banco 2	3,55	418,9
	2	Asiento	1	Sierra	1,54	181,72
			2	Sin fin	1,52	179,36
			3	Pulidora	1,51	178,18
	3	Soporte	1	Sierra	2,84	335,12
			2	Planeadora	2,17	256,06
			3	Taladro de árbol	1,4	165,2
			4	Lijadora de banco 2	3,3	389,4
	4	Soporte	1	Sierra	29	3422
			2	Taladro de árbol	1,56	184,08
			3	Lijadora de banco 2	5,73	676,14

Fuente: Autores 2012.

A continuación se da a conocer los pasos necesarios para realizar programación de maquinaria y operaciones con el programa WINQSB

Figura 40. Diagrama de flujo programación por WinQSB.

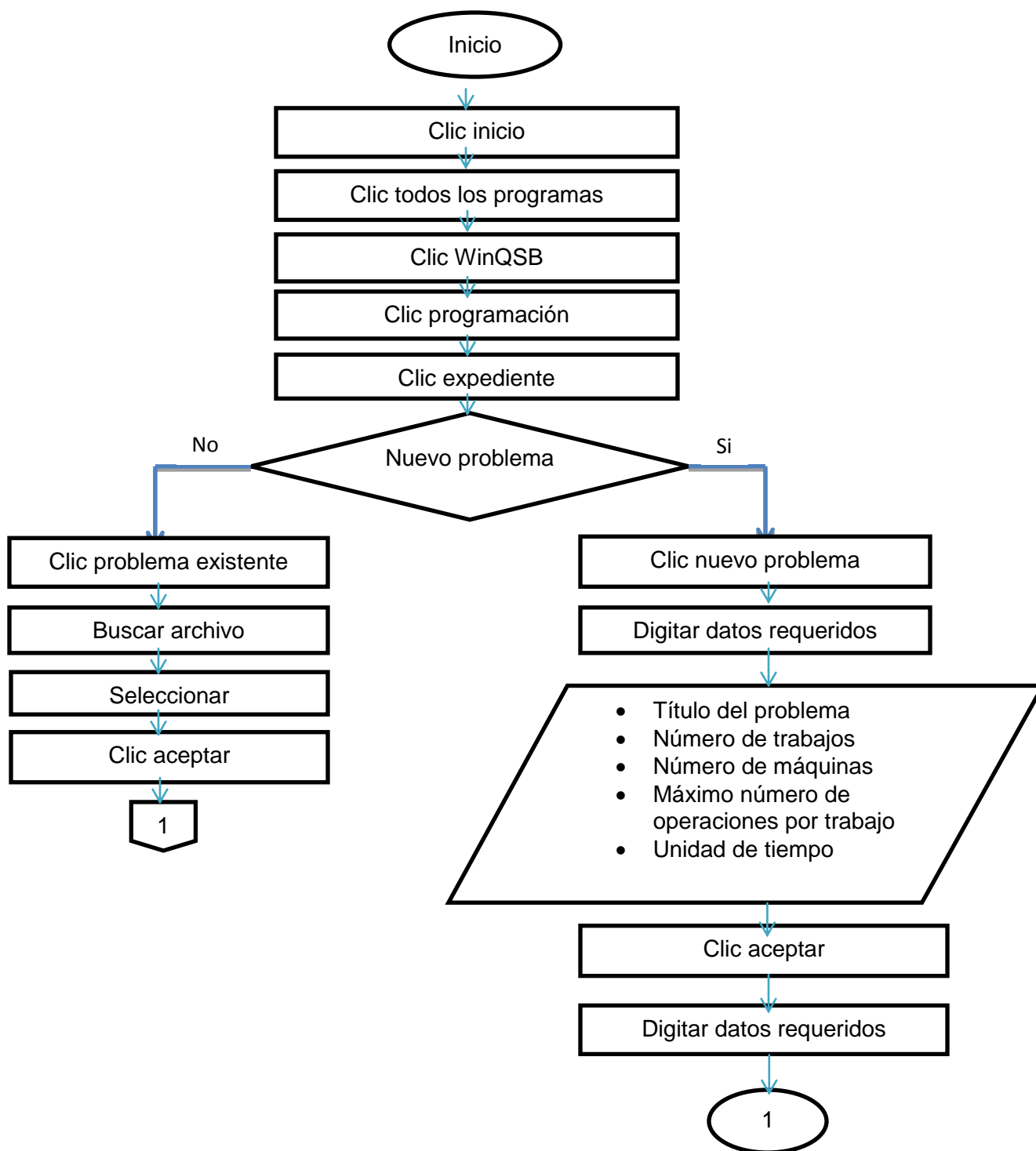


Figura 40. (Continuación)

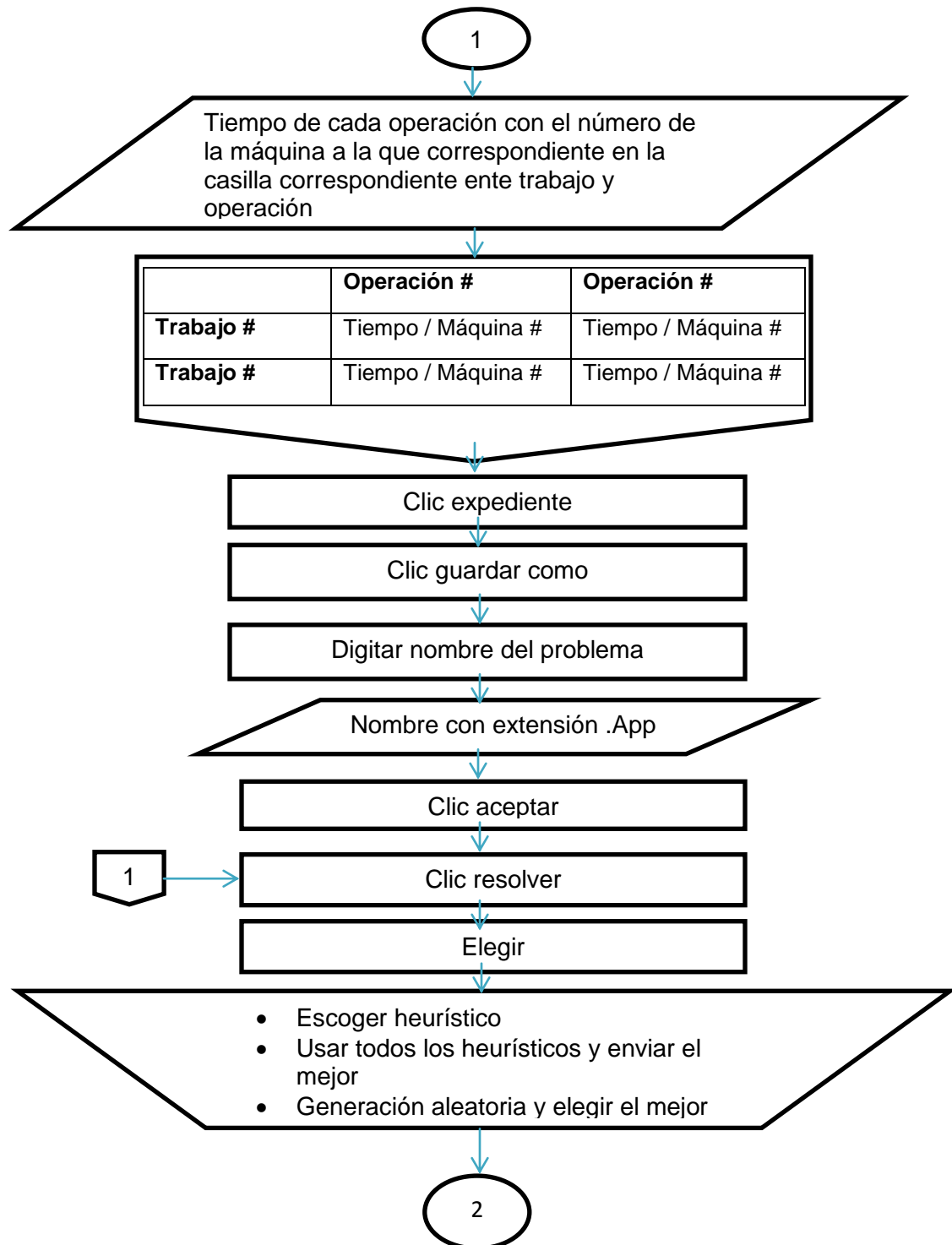
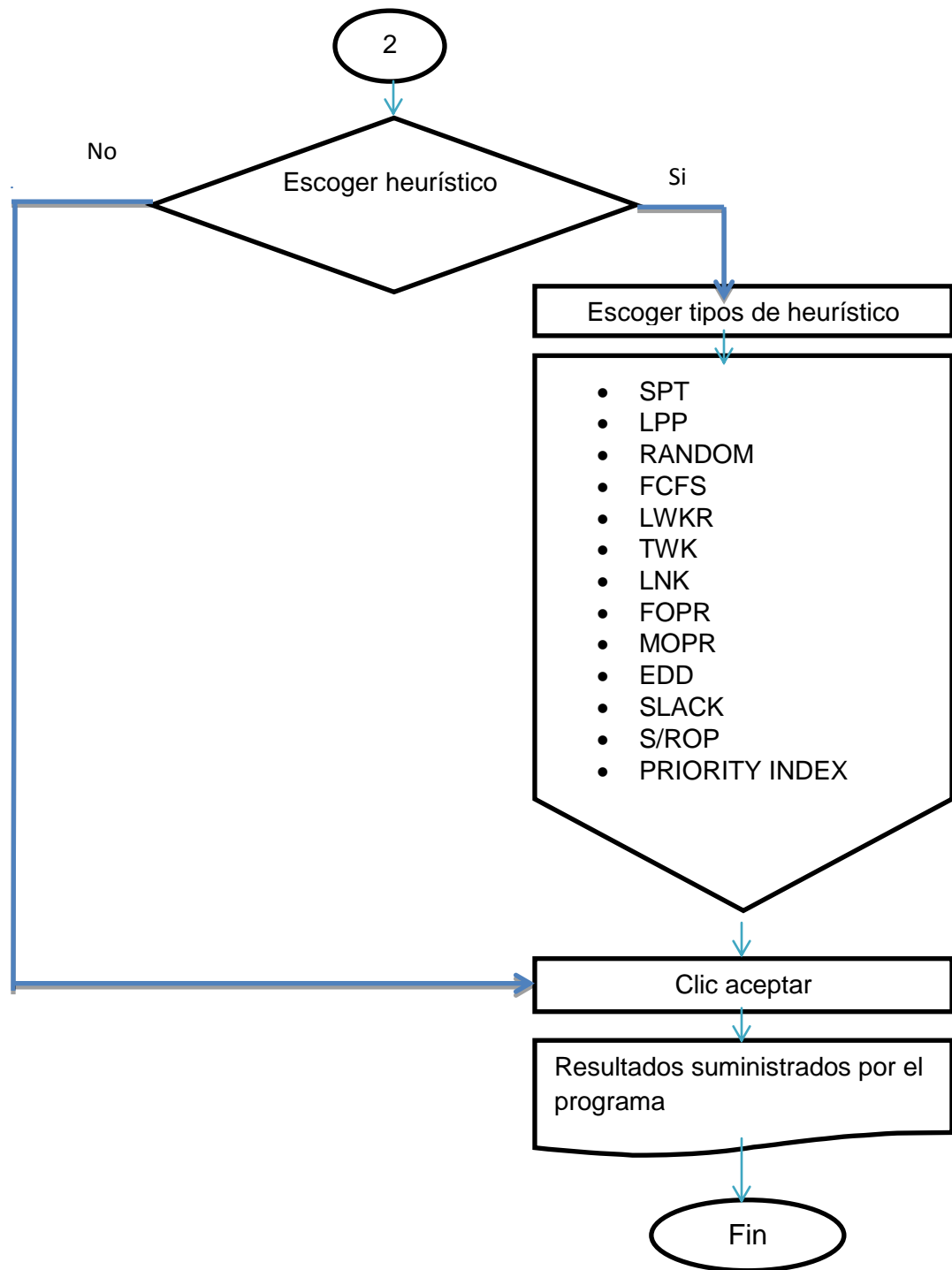


Figura 40. (Continuación)



Fuente: Autores 2012

Teniendo en cuenta la demanda mensual para cada producto y que cada proceso se realiza hasta terminar la cantidad requerida para completar la producción, con el fin de generar análisis y comparaciones de la producción se realiza la programación de 4 formas diferentes, 2 de ellas se diferencian ya que la primera contiene los tiempos de uso de la máquina por cada unidad trabajada y la segunda los tiempos de realización de las cantidades necesarias por máquina, a su vez con estas 2 formas se trabajaron 2 conceptos diferentes primero de la realización de cada producto por separado y posteriormente de los 2 productos simultáneamente.

Datos requeridos por el programa

Número de trabajos:

Número de máquinas:

Número de operaciones máximas:

Debido a que el programa no recibe números decimales se trabaja con el número entero superior más cercano.

El programa requiere datos que relacionan el trabajo con la operación por lo que los solicita en un cuadro donde se suministra el tiempo de la operación en cada trabajo con la máquina correspondiente, para entender mejor este concepto se realiza un ejemplo en la siguiente tabla.

Cuadro 66. Formato de introducción de datos para WinQSB

	Operación #	Operación #
Trabajo #	Tiempo / Máquina #	Tiempo / Máquina #
Trabajo #	Tiempo / Máquina #	Tiempo / Máquina #

Fuente: Autores 2012.

Datos suministrados al programa para programación simultánea con tiempos unitarios

Número de trabajos: 8

Número de máquinas: 9

Número de operaciones máximas: 6

Máquinas:

1. Sierra

2. Planeadora
3. Sin fin
4. Taladro de árbol
5. Pulidora
6. Torno
7. Lijadora de banco 1
8. Lijadora de banco 2
9. Ruteadora

Cuadro 67. Datos para programación simultánea con tiempos unitarios

	Operación 1	Operación 2	Operación 3	Operación 4	Operación 5	Operación 6
Trabajo 1	6/1	2/2	2/3	4/4	3/7	3/9
Trabajo 2	16/1	7/2	3/3	4/4	2/5	3/9
Trabajo 3	23/1	4/2	2/4	4/6	1/8	
Trabajo 4	12/1	7/2	4/4	10/6	4/8	
Trabajo 5	17/1	3/2	4/3	4/8		
Trabajo 6	2/1	2/3	2/5			
Trabajo 7	3/1	3/2	3/4	4/8		
Trabajo 8	29/1	2/4	6/8			

Fuente: Autores 2012.

Cuadro 68. Resultados para programación simultánea con tiempos unitarios

	Trabajo	Operación	En la Máquina	Tiempo del proceso	Tiempo de inicio	Tiempo final
1	Trabajo 1	1	Máquina 1	6	48	54
2	Trabajo 1	2	Máquina 2	2	54	56
3	Trabajo 1	3	Máquina 3	2	56	58
4	Trabajo 1	4	Máquina 4	4	58	62
5	Trabajo 1	5	Máquina 7	3	62	65
6	Trabajo 1	6	Máquina 9	3	65	68
7	Trabajo 2	1	Máquina 1	16	0	16
8	Trabajo 2	2	Máquina 2	7	16	23

Cuadro 68. (Continuación)

	Trabajo	Operación	En la máquina	Tiempo del proceso	Tiempo de inicio	Tiempo final
9	Trabajo 2	3	Máquina 3	3	23	26
10	Trabajo 2	4	Máquina 4	4	26	30
11	Trabajo 2	5	Máquina 5	2	30	32
12	Trabajo 2	6	Máquina 9	3	32	35
13	Trabajo 3	1	Máquina 1	23	54	77
14	Trabajo 3	2	Máquina 2	4	77	81
15	Trabajo 3	3	Máquina 4	2	81	83
16	Trabajo 3	4	Máquina 6	4	83	87
17	Trabajo 3	5	Máquina 8	1	87	88
18	Trabajo 4	1	Máquina 1	12	16	28
19	Trabajo 4	2	Máquina 2	7	28	35
20	Trabajo 4	3	Máquina 4	4	35	39
21	Trabajo 4	4	Máquina 6	10	39	49
22	Trabajo 4	5	Máquina 8	4	49	53
23	Trabajo 5	1	Máquina 1	17	31	48
24	Trabajo 5	2	Máquina 2	3	48	51
25	Trabajo 5	3	Máquina 3	4	51	55
26	Trabajo 5	4	Máquina 8	4	55	59
27	Trabajo 6	1	Máquina 1	2	106	108
28	Trabajo 6	2	Máquina 3	2	108	110
29	Trabajo 6	3	Máquina 5	2	110	112
30	Trabajo 7	1	Máquina 1	3	28	31
31	Trabajo 7	2	Máquina 2	3	35	38
32	Trabajo 7	3	Máquina 4	3	39	42
33	Trabajo 7	4	Máquina 8	4	42	46
34	Trabajo 8	1	Máquina 1	29	77	106
35	Trabajo 8	2	Máquina 4	2	106	108
36	Trabajo 8	3	Máquina 8	6	108	114

Fuente: Resultados programa WinQSB. 2012

Para ver los datos y gráficas de las demás programaciones (Ver anexo G) resultados obtenidos luego de realizar programación de 4 formas previamente mencionadas

El siguiente cuadro contiene los resultados obtenidos en tiempo total del ciclo de la programación con los tiempos por unidad producida

Cuadro 69. Resultados programación con tiempos unitarios

	Butaco	Taburete	Tiempo Total
Separados	68	57	116
Simultáneamente	114 (Dato por par de productos)		114

Fuente: Resultados programa WinQSB. 2012

Se puede observar que el tiempo de utilización total de las máquinas trabajando simultáneamente los 2 productos con 8 trabajos es menor al trabajar por separado cada producto.

Cuadro 70. Tiempos para total de producción 83 Butacos y 118 del Taburetes

	Butaco	Taburete	Tiempo Total
Separados	$68 * 83 = 5644$	$57 * 118 = 6726$	12370
Simultáneamente	$(114 * 83) + (57 * 35) =$		11457

Fuente: Resultados programa WinQSB. 2012

De igual manera es menor el tiempo de producir simultáneamente 83 productos de los 2 tipos y luego las 35 restantes para completar el pedido del taburete que producir todas las unidades de un producto y luego del otro.

Programación con tiempos para la producción del total (83 unidades de butaco y 118 unidades de Taburete) por trabajo.

Cuadro 71. Resultados programación con tiempos para el total de producción

	Butaco	Taburete	Total
Separados	5409	6589	11998
Simultáneamente	11168		11168

Fuente: Resultados programa WinQSB. 2012

Se observa que bajo el concepto de realizar el total de la producción por cada trabajo es menor el tiempo de trabajo al producir simultáneamente los 2 productos que el de trabajar por separado cada producto.

Cuadro 72. Comparación de resultados 4 programaciones

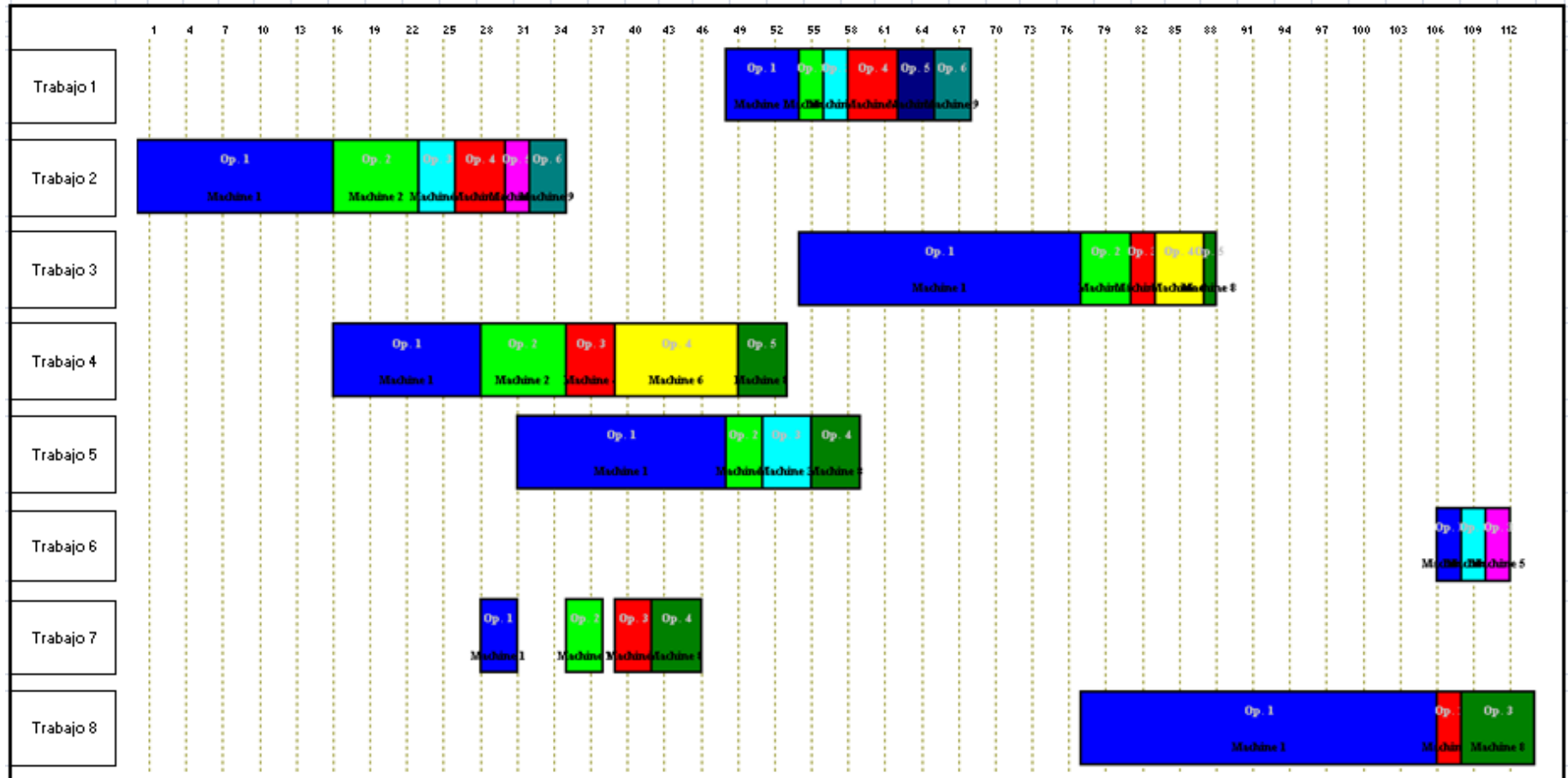
	Por unidad	Por total de la producción
Separados	12370	11998
Simultáneamente	11457	11168

Fuente: Resultados programa WinQSB. 2012

Con los resultados obtenidos de las 4 programaciones trabajadas se puede concluir que la mejor forma de trabajar para esta empresa es realizar el total de la producción en cada trabajo y producir simultáneamente los 2 productos con el fin de utilizar las demás máquinas en los momentos en los que está en ocio para la fabricación de los demás productos ofrecidos por la empresa.

Los siguientes gráficos son suministrados por el programa para la programación con tiempos unitarios y 8 trabajos, producción simultánea

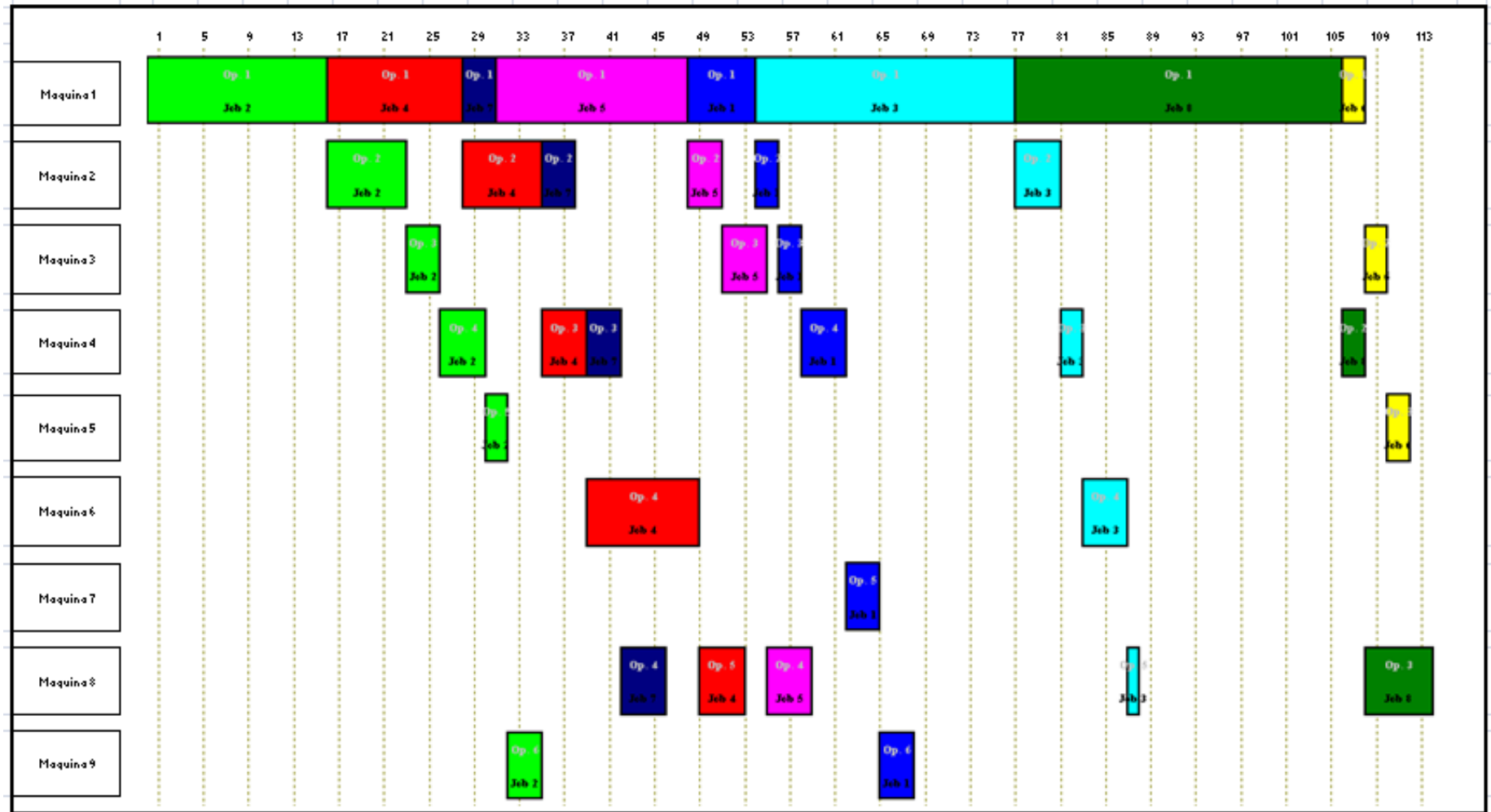
Gráfica 21. Diagrama por trabajo para programación simultánea con tiempos unitarios



Fuente: Resultados programa WinQSB. 2012

En esta gráfica se observa el ciclo de trabajo en la producción de los 2 productos de manera simultánea en el cual es notoria que se esta realizando producción continua con pocas interrupciones en cada trabajo.

Gráfica 22. Diagrama por máquina para programación simultánea con tiempos unitarios



Fuente: Resultados programa WinQSB.2012

En esta gráfica se observa que la máquina 1 la cual es la sierra mecánica presenta cuello de botella y por lo cual se atraza el proceso, aunque los tiempos en los que las demás máquinas están sin uso para estos 2 productos pueden ser usados en la empresa para fabricar los demás productos que no tienen gran demanda pero generan ganancias a la empresa.

Siendo el método más adecuado para programación la producción de total por trabajo de los 2 productos simultáneamente se presentan a continuación tablas de análisis de dicho método

Cuadro 73. Tiempo de trabajo para programación simultánea con tiempos totales

Trabajo	Tiempo total de trabajo
Trabajo 1	5955
Trabajo 2	2676
Trabajo 3	11168
Trabajo 4	4160
Trabajo 5	5383
Trabajo 6	10909
Trabajo 7	4218
Trabajo 8	9331

Fuente: Resultados programa WinQSB. 2012

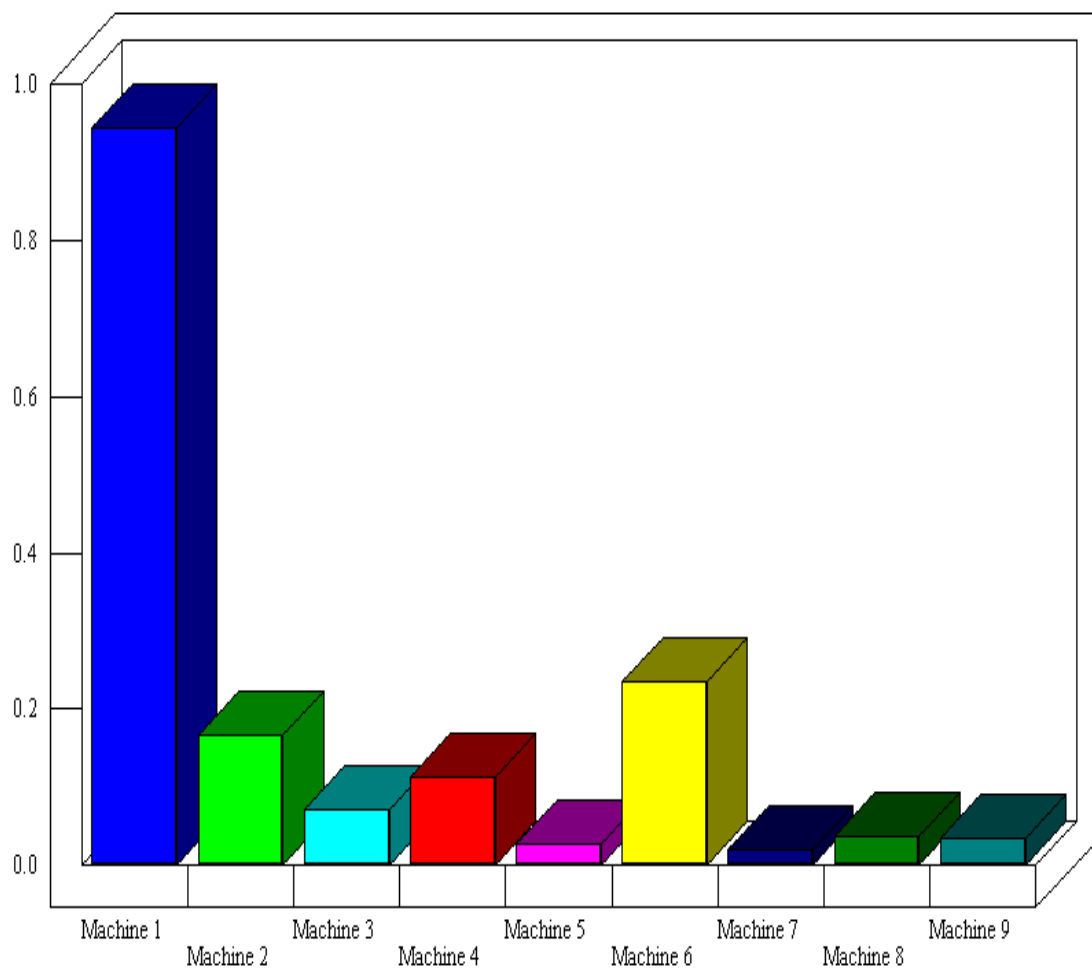
Este cuadro establece el tiempo en minutos requerido para cada trabajo.

Cuadro 74. Utilización de máquinas para programación simultánea con tiempos totales.

	Utilización
Máquina 1	0,9447
Máquina 2	0,1658
Máquina 3	0,0708
Máquina 4	0,1141
Máquina 5	0,0279
Máquina 6	0,2347
Máquina 7	0,0208
Máquina 8	0,038
Máquina 9	0,0357

Fuente: Resultados programa WinQSB. 2012

Gráfica 23. Utilización de máquinas para programación simultánea con tiempos totales



Fuente: Resultados programa WinQSB. 2012

Se observa en el cuadro y la gráfica que la máquina que se utiliza en mayor porcentaje es la sierra mecánica y las demás presentan valores bajos de utilización lo que genera que esta máquina marque el ritmo de la producción.

3.4.2 Control del requerimiento de materiales MRP. Se realizan reportes en los 5 meses para controlar la producción de los productos en estudio con el fin de observar la planeación de requerimiento de materiales. A continuación se mostrarán los formatos de los dos productos mostrando la cantidad tanto de las partes del butaco y taburete como las cantidades de la materia prima utilizada para fabricarlo.

Cuadro 75. Reporte mes 1 del Butaco

Empresa	Mahe-muebles	
Reporte de trabajo		
N°	1	
Operario	Antonio Pico y José leal	1
Producto	Butaco	
	Lápiz	
Operaciones		N cantidad
Operaciones realizadas		
Butaco		247
Parte superior		247
Copete		247
Madera pino		494
Soporte 1		247
Madera pino		247
Parte inferior		247
Asiento		247
Madera pino		741
Tornillos		741
Soporte 2		247
Madera pino		494

Fuente: Autores 2012.

Se observa que durante el primer período se producen 247 butucos, 494 piezas de madera, debido a que en el copete se utilizan 2 unidades para este y el asiento se inspeccionó 741 tornillos para la producción demanda ya que para cada unidad se utilizan 4 unidades. Con respecto a la madera de pino de los soportes de la parte inferior se ordenó 494 unidades correspondientes. Las demás partes debido a que es una pieza se registraron 247 unidades por cada parte.

Para observar los demás reportes de los siguientes meses (Ver anexo G)

Cuadro 76. Reporte mes 1 del Taburete

Empresa	Mahe-muebles	
Reporte de trabajo		
N°		
Operario	Pablo Leal	Andrés González
Producto	Taburete	
		1
Operaciones	N cantidad	
Taburete	40	
Parte Trasera	40	
Cuerpo	40	
Madera pino	40	
Soportes 1	40	
Madera pino	40	
Asiento	40	
Madera pino	80	
Tornillos	160	
Parte trasera	40	
Soportes 2	40	
Madera pino	40	
Soportes 3	40	
Madera pino	40	

Fuente: Autores 2012.

En este producto se analiza que se producen en el mes de abril 40 unidades respectivamente, tanto las partes del Taburete como la madera (Pino canadiense) se inspecciona la misma cantidad producida. La materia prima del asiento es de 80 ya que es la única parte que necesita 2 palos para ser fabricado y los tornillos es de 180 unidades debido a que el Taburete necesita tres.

Para conocer detalladamente los demás reportes de los siguientes meses pronosticados (Ver anexo H. Reporte de control).

Ventas de los 5 meses pronosticados. A continuación se muestra un cuadro de resumen con los resultados de los reportes establecidos por los meses pronosticados.

Cuadro 77. Ventas pronosticas de los 5 períodos.

Meses	Butaco	Taburete
Abril	247	40
Mayo	186	80
Junio	102	124
Julio	180	50
Agosto	100	106

Fuente: Empresa Mahe-muebles. 2012

Se observa en el cuadro de ventas de los 5 meses el butaco obtiene mayores al pronóstico obtenido, pero debido a que los 4 trabajadores producen para los dos productos se satisface la demanda de este producto. En el taburete se observa lo contrario ya que varía durante los períodos pronosticados y las ventas son menores a los meses proyectados.

Plan de implementación.

Para la implementación del sistema de planeación, programación y control de la empresa se establecieron estrategias a corto, mediano y a largo plazo donde la primera fue ejecutada por los autores del proyecto, las segundas iniciadas y pautadas para su continuación y las últimas queda la responsabilidad de su ejecución por parte del gerente de la compañía.

Dentro de las estrategias implementadas y por ejecutar se cita:

- Planeación agregada.
- Planeación de requerimiento de materiales (MRP)
- Programación
- Control

Durante del proyecto se logró cumplir con 57% de las actividades de la implementación. Se explican detalladamente las acciones para la ejecución en el siguiente cuadro:

Plan de implementación del sistema de planeación programación y control

Nombre de la organización: Mahe-muebles

Nombre del proyecto: Implementación de un sistema de planeación, programación y control de la línea de producción de muebles para bar y restaurante en Mahe-muebles.

Objetivo: Implementar las técnicas de optimización en la gestión del sistema de planeación, programación y control propuesto en la línea de muebles para bar y restaurante en Mahe-muebles.

Cuadro 78. Plan de implementación del sistema de planeación programación y control

Tema	Actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Horizonte de tiempo	Recursos	Resultados esperados	Porcentaje de cumplimiento
Planeación Agregada	Cambio en el método de trabajo de los empleados	<p><i>Estado actual:</i> Los empleados realizaban los productos de manera separada es decir efectúan cada uno todo el proceso del mueble.</p> <p><i>Estrategia :</i> Realizar el pedido de los productos elegidos donde los 4 operarios trabajan de manera conjunta.</p>	Gerente: José Mahecha. Autores del proyecto: Sandra González y Erika Mahecha.	Corto plazo (1 mes)	Recursos humanos	<p>Se logró de manera eficiente la implementación de la estrategia de promedio de producción constante reduciendo costos en un 5.1%⁹³ con respecto al método anterior.</p> <p>Se estableció un método de trabajo apropiado que beneficie tanto a la empresa como a los empleados, buscando de igual manera disminuir los tiempos para entregar de manera oportuna los productos pedidos por el cliente.</p>	100%

⁹³ Ver cuadro 79. costos de la estrategias de la planeación agregada

Cuadro 78. (Continuación)

Tema	Actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Horizonte de tiempo	Recursos	Resultados esperados	Porcentaje de cumplimiento
Planeación Agregada	Instrucción sobre el nuevo método de trabajo a los empleados	<p><i>Estado Actual:</i> Los empleados y el gerente desconocen la nueva técnica de planeación agregada para implementarla a la organización.</p> <p><i>Estrategia:</i> Realizar la respectiva explicación con los nuevos cambios no solo al gerente sino a los empleados que están vinculados con el proceso para mostrar los benéficos que proporciona la nueva técnica.</p>	Autores del proyecto: Sandra González y Erika Mahecha.	<p>Corto plazo Primera Capacitación: Abril -2012</p> <p>Segunda Capacitación: Por programar</p>	Recursos humanos	El funcionamiento adecuado de la estrategia de la planeación agregada logrando que el cambio establecido se de manera apropiada y aceptada por los operarios de la empresa.	80%: Debido a que es necesario realizar capacitaciones complementarias cuando la estrategia se implemente en su totalidad
	Inducción manejo del software WinQSB	<p><i>Estado Actual:</i> Los empleados encargados del área de producción no cuentan con conocimientos para manejar el programa donde se realiza la planeación agregada.</p> <p><i>Estrategia:</i> Retroalimentar el sistema para que los encargados del área de producción entiendan el manejo del sistema (WinQSB)</p>	<p>Autores del proyecto: Sandra González y</p> <p>Erika Mahecha.</p>	<p>Corto plazo Abril -2012</p>	Recursos humanos y software	Conocimiento por parte de los empleados a cerca del programa y su manejo.	100%

Cuadro 78. (Continuación)

Tema	Actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Horizonte de tiempo	Recursos	Resultados esperados	Porcentaje de cumplimiento
Planeación Agregada	Retroalimentación del sistema de planeación agregada	<p><i>Estado actual:</i> La empresa no cuenta con un sistema de planeación agregada.</p> <p><i>Estrategia:</i> Observación y análisis constante de los resultados de la planeación con el fin de identificar fallas y posibles mejoras.</p>	Gerente: José Mahecha. Autores del proyecto: Sandra González y Erika Mahecha.	Mediano Plazo Septiembre -2012	Recursos humanos	Lograr la retroalimentación del sistema para que proporcione los resultados adecuados	10%: puesto que la planeación agregada realizada fue pronosticada hasta agosto-2012, por el cual se recomienda realizar la retroalimentación del sistema en el próximo mes.
Planeación de requerimiento de materiales MRP	Estandarización de proceso	<p><i>Estado Actual:</i> Los productos de la empresa no contaban con la estandarización del proceso y el estudio de tiempos correspondientes.</p> <p><i>Estrategia:</i> Se realizó un reconocimiento del proceso, estudio de tiempos y diagramas de proceso.</p>	Autores del proyecto: Sandra González y Erika Mahecha.	Corto plazo (2 meses)	Recursos humanos	<p>Procesos y tiempos estandarizados.</p> <p>Conocimiento respecto a las mermas, cuellos botella y tiempos de espera en los procesos de los productos.</p>	100%

Cuadro 78. (Continuación)

Tema	Actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Horizonte de tiempo	Recursos	Resultados esperados	Porcentaje de cumplimiento
Planeación de requerimiento de materiales MRP	Cambio del proceso	<p><i>Estado Actual:</i> Se realiza el proceso de los productos de manera normal ya que no tenían en cuenta cuales presentaban problemas.</p> <p>En base a la toma de tiempos se analizó las actividades de cada proceso que presentan cuellos botella y se identificaron cambios.</p> <p><i>Estrategia:</i> Se realiza el análisis de los dos productos y se analiza que en la fabricación del Butaco lápiz en la parte del asiento para reemplazar el ensamble y al mismo tiempo el corte de 6 palos se recomienda cortar 2 láminas de triples y ensamblar minimizando el tiempo de corte y espera de secado.⁹⁴</p>	<p>Gerente: José Mahecha.</p> <p>Autores del proyecto: Sandra González y Erika Mahecha.</p>	Corto plazo (2 semanas)	<p>Recursos humanos</p> <p>Recursos financieros: \$50000⁹⁵</p>	Se disminuye el tiempo en el proceso y se mejora la calidad de producto ya que no presenta problemas de despegue de la partes, evitando insatisfacción de clientes.	100%

⁹⁴ Ver figura 42 Asiento en triple y figura 43 asiento ensamblado.

⁹⁵ Costos de materiales que generaron al realizar las pruebas para su implementación.

Cuadro 78. (Continuación)

Tema	Actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Horizonte de tiempo	Recursos	Resultados esperados	Porcentaje de cumplimiento
Planeación de requerimiento de materiales MRP	Codificación de partes del producto	<p><i>Estado Actual:</i> No cuenta con la codificación de las partes y materiales del producto ni con las cantidades exactas para la fabricación.</p> <p><i>Estrategia:</i> Realizar la codificación tanto de las partes del proceso como de las materias primas la cual indispensable para la realización de la lista de materiales y para conocer la cantidad necesaria de cada parte del producto.</p>	Autores del proyecto: Sandra González y Erika Mahecha.	Corto plazo (1 semana)	Recursos humanos	Lista de materiales y codificación de la empresa	100%
	Inducción manejo del software WinQSB	<p><i>Estado Actual:</i> Los empleados encargados del área de producción no cuentan con conocimientos para manejar el programa donde se realiza el MRP.</p> <p><i>Estrategia:</i> Retroalimentar el sistema para que los encargados del área de producción entiendan el manejo del sistema (WinQSB)</p>	Autores del proyecto: Sandra González y Erika Mahecha.	Corto plazo Abril -2012	Recursos humanos y software	Conocimiento por parte de los empleados a cerca del programa y su manejo.	100%

Cuadro 78. (Continuación)

Tema	Actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Horizonte de tiempo	Recursos	Resultados esperados	Porcentaje de cumplimiento
Planeación de requerimiento de materiales MRP	Implementación de la técnica escogida	<p><i>Estado Actual:</i> La empresa no contaba con un sistema para planeación de requerimiento de materiales.</p> <p>Estrategia: Respecto a los resultados obtenidos y el análisis realizado se elige la técnica de lote por lote donde se tiene en cuenta un stock de seguridad de 249 unidades y 210 unidades para producir cada mes pronosticado.⁹⁶ Se generan cambios en las órdenes de producción teniendo en cuenta los datos pronosticados y reales.</p>	Gerente: José Mahecha. Autores del proyecto: Sandra González y Erika Mahecha.	Mediano plazo (7 meses)	Recursos humanos recursos financieros: costo de mantener inventario \$48.322 mensual ⁹⁷	<p>Estar en la capacidad de cumplir con los pedidos establecidos por el cliente en el menor tiempo posible</p> <p>Almacenar el stock de seguridad de las partes del producto para ensamblar los productos cuando se realice un pedido específico</p>	40%: Ya que para implementar el sistema en su totalidad es necesario realizar los cambios en el proceso ya que cambian los resultados del MRP en los lead time.

⁹⁶ Ver cuadro 81. Cantidades programadas por estrategias.

⁹⁷ Son los costos de mantener el inventario mensualmente teniendo en cuenta el costo de almacenaje de la bodega.

Cuadro 78. (Continuación)

Tema	Actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Horizonte de tiempo	Recursos	Resultados esperados	Porcentaje de cumplimiento
Planeación de requerimiento de materiales MRP	Reubicación de máquinas	<p><i>Estado Actual:</i> Las máquinas están ubicadas sin tener en cuenta el proceso de los productos</p> <p><i>Estrategia:</i> Con el fin de disminuir de traslado de producto en proceso de máquina a máquina se diseña la reubicación de las máquinas dentro del área de trabajo disminuyendo el lead time y generando beneficios al MRP.</p>	Gerente: José Mahecha. Autores del proyecto: Sandra González y Erika Mahecha.	Largo plazo (8 meses)	Recursos humanos Recursos financieros. Mano de obra, instalaciones y materiales: \$1800000. ⁹⁸	Minimizar tiempos de traslado de proceso en proceso	20%: Ya que para poder realizar los cambios es necesario detener la producción por eso se realiza por partes la implementación de la actividad.
	Retroalimentación del sistema de MRP	<p><i>Estado actual:</i> La empresa no cuenta con un sistema MRP.</p> <p><i>Estrategia:</i> Observación y análisis constante de los resultados de la planeación con el fin de identificar fallas y posibles mejoras.</p>	Gerente: José Mahecha. Autores del proyecto: Sandra González y Erika Mahecha.	Mediano Plazo Septiembre-2012	Recursos humanos	Lograr retroalimentación del sistema para que proporcione los resultados adecuados	10%: Puesto que el MRP realizada anteriormente estaba pronosticada hasta agosto- 2012. Se recomienda realizar la retroalimentación del sistema en el próximo mes.

⁹⁸ Son los costos que incurre realizar la instalación eléctrica y trasladar las máquinas teniendo en cuenta el proceso del producto.

Cuadro 78. (Continuación)

Tema	Actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Horizonte de tiempo	Recursos	Resultados esperados	Porcentaje de cumplimiento
Programación	Compra de 2 máquina-herramienta	<p><i>Estado Actual:</i> La empresa contaba con una sola sierra mecánica de banco para la fabricación de los productos.</p> <p><i>Estrategia:</i> Posteriormente a elegir la estrategia de menor tiempo e identificando la máquina que genera cuello botella se incluyeron al proceso dos sierras mecánicas de banco las cuales realizan la misma actividad</p>	Gerente: José Mahecha.	Corto plazo (2 semanas)	Recursos financieros: costo de las dos máquinas : \$7500000 ⁹⁹ .	Minimizar los cuellos botella logrando que la fabricación del producto sea de menor tiempo.	100%
	Implementación de la técnica escogida	<p><i>Estado Actual:</i> La empresa no contaba con un sistema de programación.</p> <p><i>Estrategia:</i> Respecto a los resultados obtenidos y el análisis realizado se elige la técnica de programación de tiempos totales con productos simultáneos, con un tiempo total de 11168 min¹⁰⁰ teniendo en cuenta las dos máquinas compradas por la empresa.</p>	Gerente: José Mahecha. Autores del proyecto: Sandra González y Erika Mahecha.	Largo plazo (1 año)	Recursos humanos	<p>Estar en la capacidad de cumplir con los pedidos establecidos por el cliente en el menor tiempo posible y minimizar tiempo en un 41% con respecto a la utilización de una sola sierra mecánica.</p> <p>Utilizar máximo capacidad de maquinaria.</p>	10%: Ya que se creó el sistema de programación pero para lograr implementarlo en su totalidad es necesario implementar en 100% las técnicas del sistema de planeación.

⁹⁹ Sierra mecánica de Banco Crafter de 4000000 motor de 4 HP y Sierra Mecánica de banco Hechiza de 3500000 de pesos motor de 3.5 HP.

¹⁰⁰ Ver Cuadro 89. Resultados para la programación simultánea con tiempos totales 2 máquinas nuevas.

Cuadro 78. (Continuación)

Tema	Actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Horizonte de tiempo	Recursos	Resultados esperados	Porcentaje de cumplimiento
Programación	Implementación de la técnica escogida	<p><i>Estado Actual:</i> La empresa no contaba con un sistema de programación.</p> <p><i>Estrategia:</i> Respecto a los resultados obtenidos y el análisis realizado se elige la técnica de programación de tiempos totales con productos simultáneos, con un tiempo total de 11168 min¹⁰¹ teniendo en cuenta las dos máquinas compradas por la empresa.</p>	Gerente: José Mahecha. Autores del proyecto: Sandra González y Erika Mahecha.	Largo plazo (1 año)	Recursos humanos	<p>Estar en la capacidad de cumplir con los pedidos establecidos por el cliente en el menor tiempo posible y minimizar tiempo en un 41% con respecto a la utilización de una sola sierra mecánica.</p> <p>Utilizar máximo capacidad de maquinaria.</p>	10%: Ya que se creó el sistema de programación pero para lograr implementarlo en su totalidad es necesario implementar en 100% las técnicas del sistema de planeación.
	Inducción del manejo del software WinQSB	<p><i>Estado Actual:</i> Los empleados encargados del área de producción no cuentan con conocimientos para manejar el programa donde se realiza el MRP.</p> <p><i>Estrategia:</i> retroalimentar el sistema para que los encargados del área de producción entiendan el manejo del sistema (WinQSB).</p>	Autores del proyecto: Sandra González y Erika Mahecha.	Corto plazo Abril -2012	Recursos humanos y software	Conocimiento por parte de los empleados a cerca del programa y su manejo.	100%

¹⁰¹ Ver Cuadro 89. Resultados para la programación simultánea con tiempos totales 2 máquinas nuevas.

Cuadro 78. (Continuación)

Tema	Actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Horizonte de tiempo	Recursos	Resultados esperados	Porcentaje de cumplimiento
Programación	Compra de una máquina regruesadora	<p>Estado Actual: Durante el proceso de la fabricación de los productos no se utiliza el cepillo o regruesadora.</p> <p>Estrategia: Se recomienda la compra de un cepillo o regruesadora para disminuir más el cuello botella en el proceso de corte.</p>	Gerente: José Mahecha.	Largo plazo (1 año)	Recursos financieros: regruesadora: \$ 2785200 ¹⁰²	Disminuir los tiempos en el proceso de corte de los dos productos y eliminar el cuello botella en gran parte	0%: Debido a que no se adquirió la nueva máquina herramienta.
	Diseño e implementación de una máquina que reemplace el torno.	<p><i>Estado Actual:</i> Utilización del torno mecánico para realizar la forma de los soportes del Butaco lápiz.</p> <p><i>Estrategia:</i> Gracias a las ideas del gerente y las necesidades de la empresa se recomienda diseñar una máquina que reemplace el torno mecánico para disminuir los tiempos</p>	Gerente: José Mahecha.	Mediano plazo (5 meses)	Recursos financieros: tallapiz: \$ 3.000.000 ¹⁰³	Disminuir los tiempos en el proceso del torno. Se han realizado pruebas a la máquina donde muestra que se reduce un 84% ¹⁰⁴ el total de tiempo en el proceso del torno.	40%: Debido a que el diseño y la construcción de la máquina ya está implementado, pero para lograr el funcionamiento de un 100% el tallapiz debe pasar por varias pruebas.

¹⁰² Costo de adquirir una reengruesadora para carpintería.

¹⁰³ Los costos que generan diseñar la máquina, construirla y realizar las respectivas pruebas para su funcionamiento.

¹⁰⁴ El porcentaje es calculado teniendo en cuenta que en el torno mecánico demora en tornearse un palo 1,26 min en comparación a la máquina (Tallapiz) con 13 seg por palo.

Cuadro 78. (Continuación)

Tema	Actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Horizonte de tiempo	Recursos	Resultados esperados	Porcentaje de cumplimiento
Programación	Diseño e implementación de una máquina que reemplace el torno.	<p><i>Estado Actual:</i> Utilización del torno mecánico para realizar la forma de los soportes del Butaco lápiz.</p> <p><i>Estrategia:</i> Gracias a las ideas del gerente y las necesidades de la empresa se recomienda diseñar una máquina que reemplace el torno mecánico para disminuir los tiempos</p>	Gerente: José Mahecha.	Mediano plazo (5 meses)	Recursos financieros: \$ ¹⁰⁵ 3.000.000	Disminuir los tiempos en el proceso del torno. Se han realizado pruebas a la máquina donde muestra que se reduce un 84% ¹⁰⁶ el total de tiempo en el proceso del torno.	40%: Debido a que el diseño y la construcción de la máquina ya está implementado, pero para lograr el funcionamiento de un 100% el talalápiz debe pasar por varias pruebas.
	Retroalimentación de la programación de producción	<p><i>Estado Actual:</i> La empresa no cuenta con un sistema programación</p> <p><i>Estrategia:</i> Observación y análisis constante de los resultados de programación con el fin de identificar fallas y posibles mejoras.</p>	Gerente: José Mahecha. Autores del proyecto: Sandra González y Erika Mahecha.	Mediano Plazo Septiembre-2012	Recursos humanos	Lograr la retroalimentación del sistema para que proporcione los resultados adecuados	10%: Puesto que la programación realizada anteriormente se programa con las 2 sierras mecánicas nuevas. Es necesario realizar la programación con la regruesadora y el talalápiz para bajar el tiempo total.

¹⁰⁵ Los costos que generan diseñar la máquina, construirla y realizar las respectivas pruebas para su funcionamiento.

¹⁰⁶ El porcentaje es calculado teniendo en cuenta que en el torno mecánico demora en torneear un palo 1,26 min en comparación a la máquina (Tajalápiz) con 13 seg por palo.

Cuadro 78. (Continuación)

Tema	Actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Horizonte de tiempo	Recursos	Resultados esperados	Porcentaje de cumplimiento
Control	Reportes para planeación de requerimiento de materiales	<p><i>Estado actual:</i> No utilizaban reportes porque no existía un sistema de planeación de requerimiento de materiales</p> <p><i>Estrategia:</i> Se controla la producción de mes a mes de los 4 empleados encargados de la producción del Butaco y Taburete teniendo en cuenta las partes y los materiales para la fabricación.</p>	Autores del proyecto: Sandra González y Erika Mahecha.	Corto plazo (4 meses)	Recursos humanos	Verificar que el programa de planeación de requerimiento de materiales se haya cumplido y en caso de no haberse realizado acciones correctivas.	100%
	Control de la planeación agregada	<p><i>Estado actual:</i> No se realiza el control de la planeación agregada debido a que la empresa no tenía un sistema de planeación</p> <p><i>Estrategia:</i> Se hace con el fin de comprobar que los resultados obtenidos de la planeación agregada concuerden con los resultados arrojados en la practica</p>	Gerente: José Mahecha.	Largo plazo (1 año)	Recursos humanos	Análisis de cumplimiento de planeación agregada.	10%: Para realizar el control es necesario implementar las técnicas sugeridas en su totalidad

Cuadro 78. (Continuación)

Tema	Actividad	Descripción de la actividad	Responsable	Horizonte de tiempo	Recursos	Resultados esperados	Porcentaje de cumplimiento
Control	Control de la programación	<p><i>Estado actual:</i> No se realiza el control de la de la programación debido a que la empresa no cuenta con el sistema</p> <p><i>Estrategia:</i> Se verifica los tiempos arrojados de la programación de la maquinaria concuerde con los reales y que se esté usando de manera adecuada dicho recursos.</p>	Gerente: José Mahecha.	Largo plazo: ()1 año	Recursos humanos	Datos para el análisis y toma de decisiones	10%: Para realizar el control es necesario implementar las técnicas sugeridas en su totalidad

Preparado por: Sandra González Naranjo y Erika Mahecha González

Fecha: Septiembre – 2012

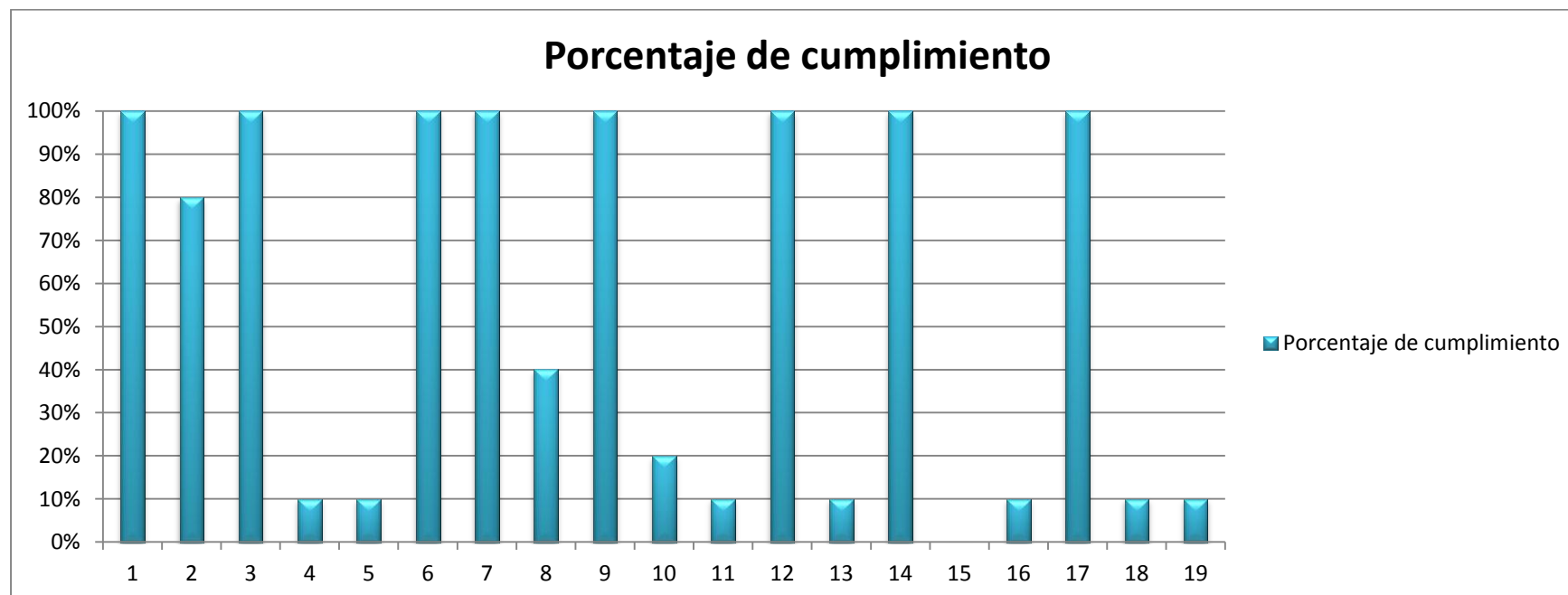
Fuente: Autores 2012

Cuadro 79. Actividades del plan de implementación del sistema de planeación programación y control

Número	Actividad	% Cumplimiento
1	Cambio en el método de trabajo de los empleados	100%
2	Instrucción sobre el nuevo método de trabajo a los empleados	80%
3	Inducción manejo del software WinQSB	100%
4	Retroalimentación del sistema de planeación agregada	10%
5	Estandarización de proceso	100%
6	Cambio del proceso	100%
7	Codificación de partes del producto	100%
8	Implementación de la técnica escogida	40%
9	Inducción manejo del software WinQSB	100%
10	Reubicación de máquinas	20%
11	Retroalimentación del sistema de MRP	10%
12	Compra de 2 máquina- herramienta	100%
13	Implementación de la técnica escogida	10%
14	Inducción manejo del software WinQSB	100%
15	Compra de una máquina regruesadora	0%
16	Diseño e implementación de una máquina que reemplace el torno.	40%
17	Retroalimentación de la programación de producción	10%
18	Reportes para planeación de requerimiento de materiales	100%
19	Control de la planeación agregada	10%
20	Control de la programación	10%

Fuente: Autores 2012

Gráfica 24. Porcentaje de cumplimiento de las actividades



Fuente: Autores 2012.

La gráfica de porcentaje de cumplimiento muestra el 100% de implementación de las actividades de corto plazo. Se evidencia que en la actividad de inducción del método de planeación agregada se cumple un 80% debido a que se debe realizar más capacitaciones. Con respecto a las de mediano y largo plazo la organización ha realizado la implementación en un porcentaje mínimo debido al tiempo que se necesita en realizar la ejecución de la actividad y el presupuesto con que cuenta Mahe-muebles.

4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Diagnóstico. Matriz DOFA. Se utilizó esta herramienta analítica con fin de conocer la información respecto a las oportunidades y amenazas que enfrenta la organización de acuerdo al entorno donde interactúa frecuentemente, al mismo tiempo se observó dentro de la empresa cuales son las fortalezas y debilidades con el fin de conocer aspectos primordiales para centrar el estudio. A continuación se muestra un cuadro resumen de las fortalezas y debilidades que se centran en la producción de Mahe-muebles.

Tabla 4. Resumen de las fortalezas y debilidades.

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none">• Garantizar calidad• Materiales de alta durabilidad.• Necesidad de poca materia prima.• compran materia prima reciclable como las estibas contribuyendo al medio ambiente.• Diversidad en productos.• Generación de empleo.• Mano de obra en disposición de trabajar• Diseño de máquinas para la eficiencia de los procesos.	<ul style="list-style-type: none">• Falta de sistemas de planeación de la producción.• Entrega de pedidos fuera del tiempo.• Falta de claridad en los procesos.• Falta de organización definida.

Fuentes: Autores 2012.

En el cuadro se entiende que los principales problemas se derivan en no establecer un sistema de planeación de producción debido a que no producen la cantidad de productos para satisfacer la demanda en un período determinado trayendo como consecuencia la entrega de pedidos fuera de tiempo. Es necesario establecer diagramas de proceso con el fin identificar los procesos y conocer detalladamente el funcionamiento. Por último implantar una programación que logre una organización de la planta con respecto a las máquinas.

En la parte de fortalezas se observa que los productos son de buena calidad debido a la compra de materiales de alta durabilidad y al proceso como tal. Con respecto a la mano de obra se facilita la aplicación de la planeación agregada deseada. Se evidencia que cuenta con máquinas y herramientas exclusivas en cuanto a diseño y funcionalidad facilitando mejorar los procesos.

- Espina de pescado. (Ver figura 8. Diagrama de causa y efecto). Se concluyó que el principal problema se localiza en el método ya que la empresa no

cuenta con la organización de inventarios de materia prima (Madera), los procesos de sus productos no se encuentran estandarizados, sus técnicas son artesanales y por último no cuenta con un sistema de planeación, programación y control que permita satisfacer la demanda trayendo como consecuencia el retraso en entrega de productos.

- Ventas en los últimos 3 años (2009, 2010 Y 2011). Gracias a la información obtenida por la empresa se recopila las respectivas ventas en los años 2009, 2010 y 2011 con el fin de establecer cuáles son los productos de mayor demanda para realizar su respectivo estudio.

Se realizaron diagramas de Pareto (Ver anexo A) en base a tablas de datos que establecen la rotación de productos con respecto a las ventas de las cuales se obtuvo la siguiente información:

Cuadro 80. Ventas de los productos estrella

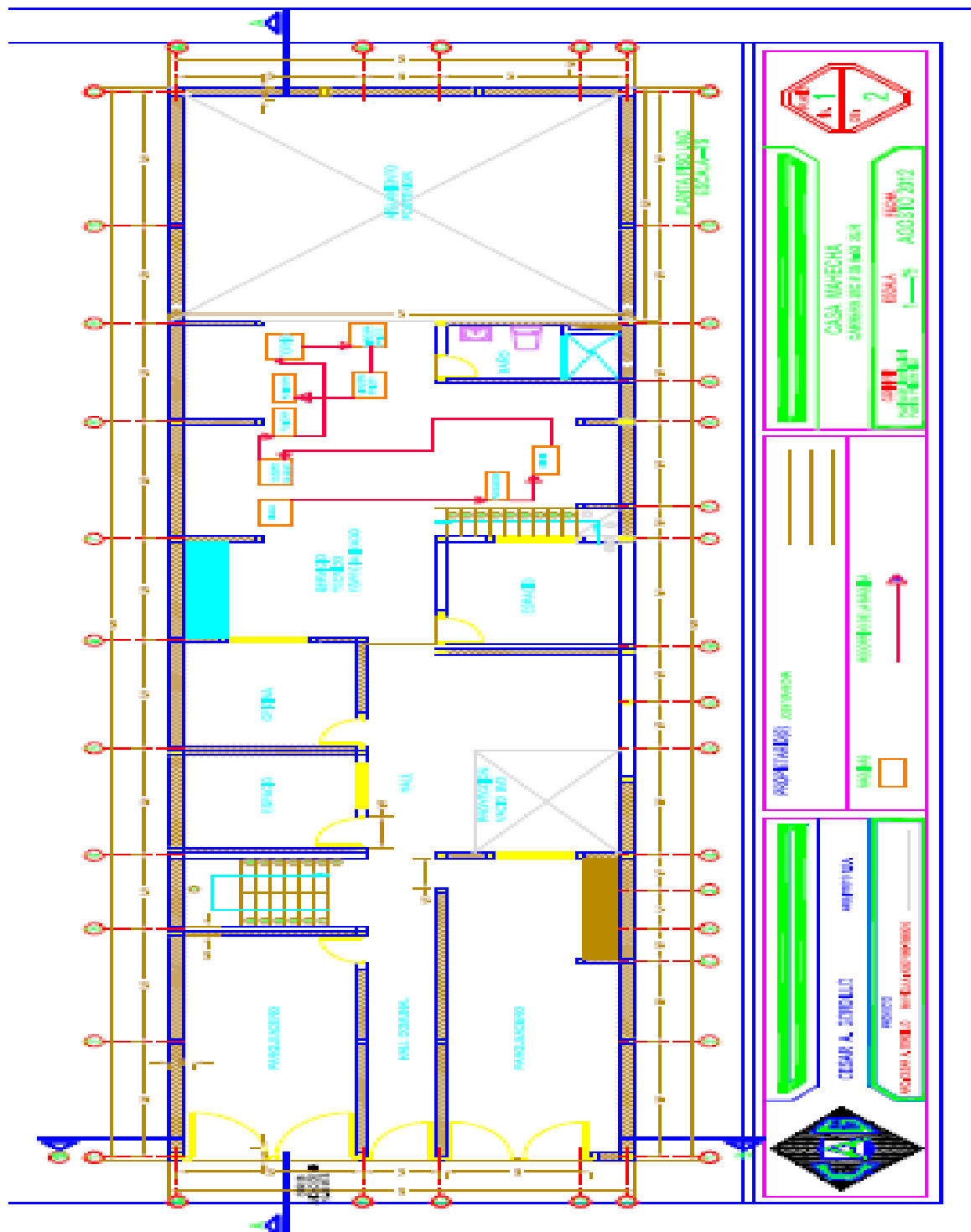
Año	Butaco	Taburete	Ventas totales de los productos	Porcentaje Butaco	Porcentaje Taburete	Porcentaje de otros productos
2010	1524	1740	4117	37%	42%	21%
2011	1492	815	3390	44%	24%	32%
2012	1378	860	4362	32%	20%	49%

Fuente: Autores 2012

De acuerdo a los datos logrados durante los 3 años consecutivos el butaco y taburete son los que representan mayores porcentajes a comparación con los demás productos que fábrica Mahe-muebles los cuales son los que se utilizarán para realizar el sistema de planeación, programación y control.

- Diagrama de planta y procesos. Durante la observación de la planta y del proceso se observó que el espacio de trabajo es conveniente pero la ubicación de las máquinas esta desacorde a la secuenciación de las máquinas utilizadas por lo cual se recomienda al gerente del a compañía la reubicación de las mismas y se deja a consideración personal la realización del mismo.

Figura 41. Diagrama de planta con ubicación propuesta



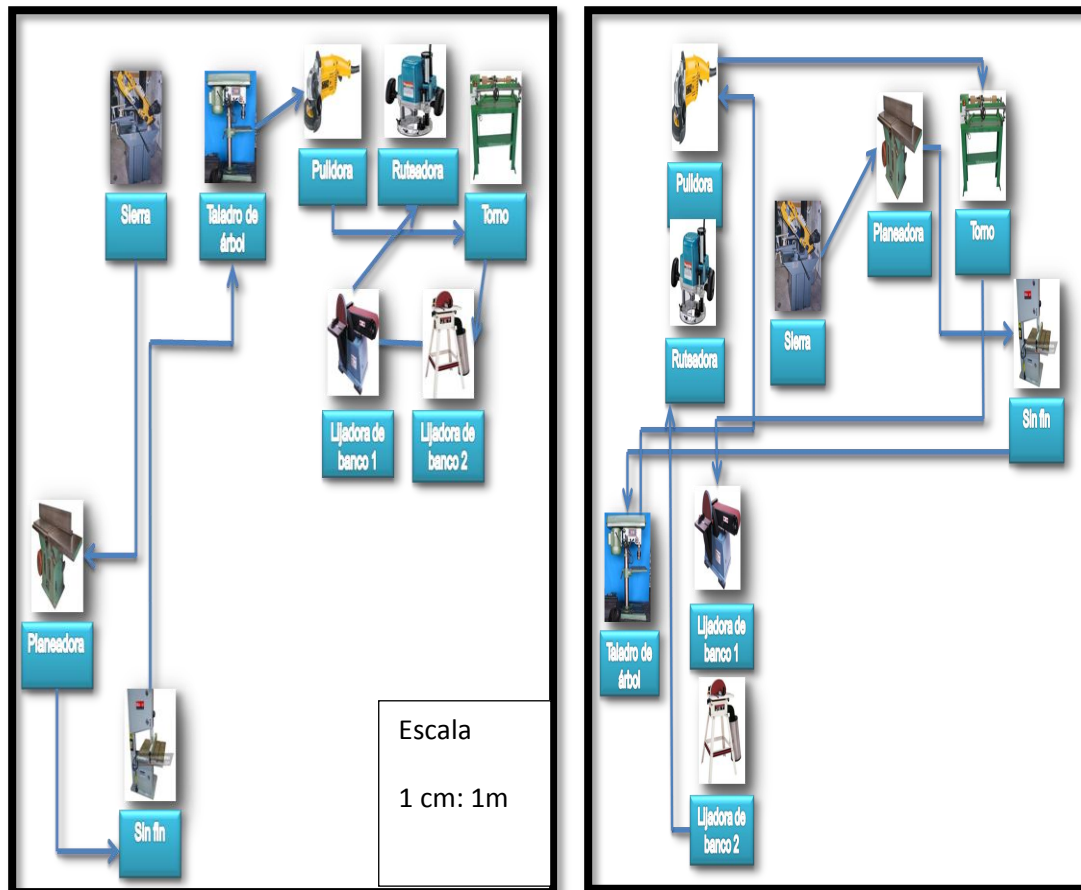
Ver hipervínculo [Plano propuesto.pdf](#)

Fuente: Tomado y adaptado Autores, 2012.

Cuadro 81. Propuesta de ubicación de maquinaria

Propuesta

Actual



Fuente: Autores 2012.

- Toma de tiempos. Se utiliza esta herramienta con el fin de conocer el tiempo utilizado en cada operación y en la producción de cada producto para posteriormente tomar decisiones que generen beneficios a la empresa, se obtienen resultados de los cuales se puede concluir:
 - Cada operación presenta tiempos similares con poca desviación estándar lo que indica que no se requiere un cambio en la labor del operario como tal.
 - Se observa que el torno presenta tiempos altos de procesamiento debido a que son varias piezas las que pasan por esta máquina generando cuello de botella en el proceso.
 - Se presentan demoras inevitables debido a la técnica utilizada la cual requiere terminar un proceso con determinado número de piezas para continuar al

siguiente proceso, a su vez se presentan demoras controlables las cuales son usadas para el secado de las piezas luego de ser pegadas con colbón.

Basados en las anteriores conclusiones se generan cambios en la producción:

- Con el fin de minimizar los tiempos de espera evitables, debido a que el pegado de colbón genera la necesidad de dejar secar la pieza se analizó en compañía del gerente la posibilidad de utilizar una pieza que no requiriera de este pegado, por lo cual se decidió implementar el uso de un tipo de madera diferente el cual requiere menor tiempo de secado, pasando de 21.44 minutos a 10 minutos, esta pieza no solo se seca más rápido sino que además es de mayor calidad puesto que solo se unen 2 tablas de triple una sobre otra y no varios palos por lo cual no se genera la posibilidad de desunión de las partes.

Figura 42. Asiento en triple



Fuente: Empresa Mahe-muebles. 2012

Figura 43. Asiento ensamblado

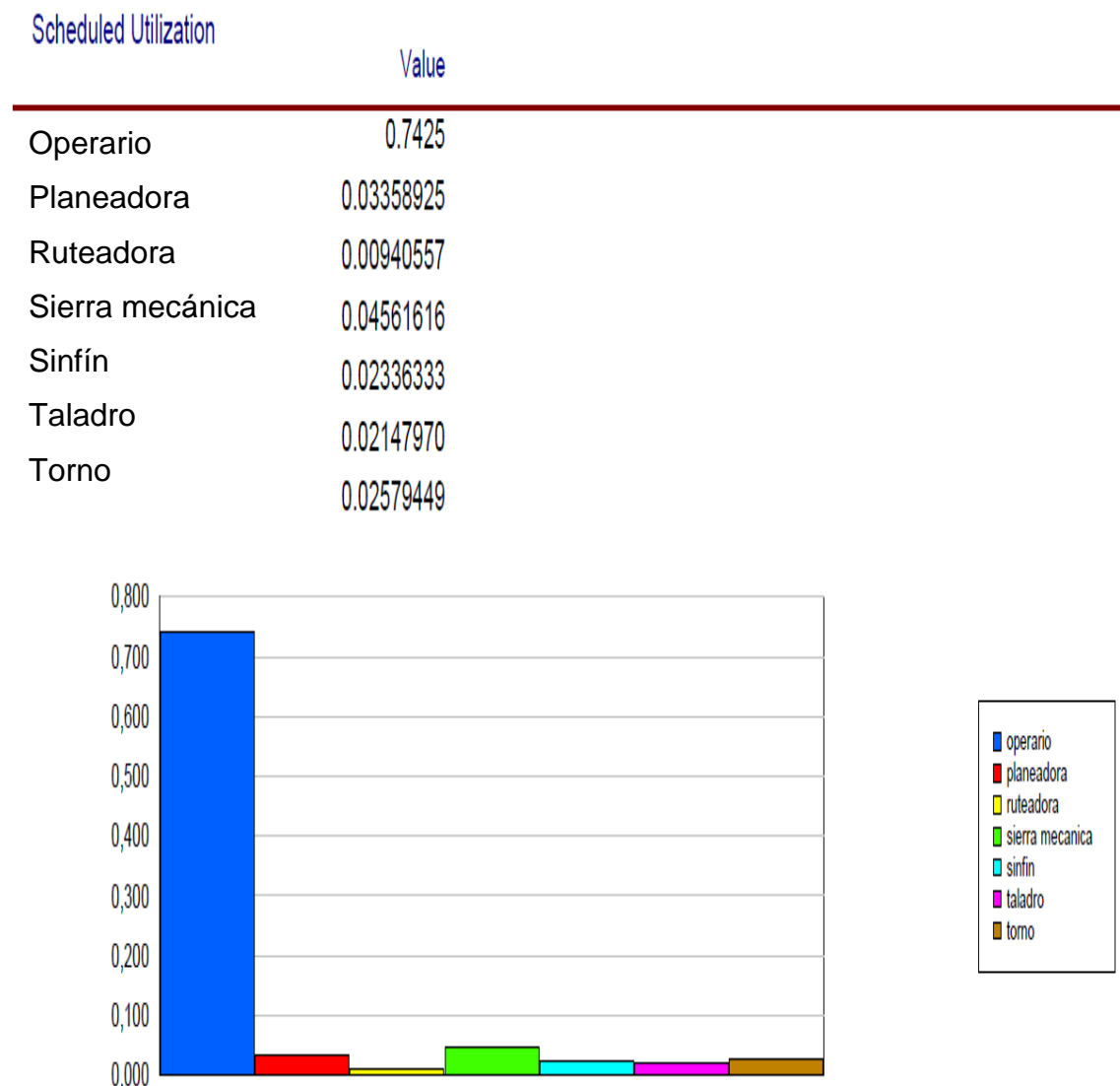


Fuente: Empresa Mahe-muebles. 2012

○ Debido al cuello de botella generado por el uso del torno se recomienda el uso de otro elemento que reduzca el tiempo de procesamiento, en compañía del gerente se diseñó un prototipo de una máquina la supla esta necesidad (Se especifica detalladamente en las recomendaciones)

• Simulación. Luego de correr la simulación se obtienen datos de tiempo total de producción el cual es solo por pocos minutos diferente al hallado mediante la sumatoria de los tiempos estándar. El programa Arena suministra los siguientes gráficos

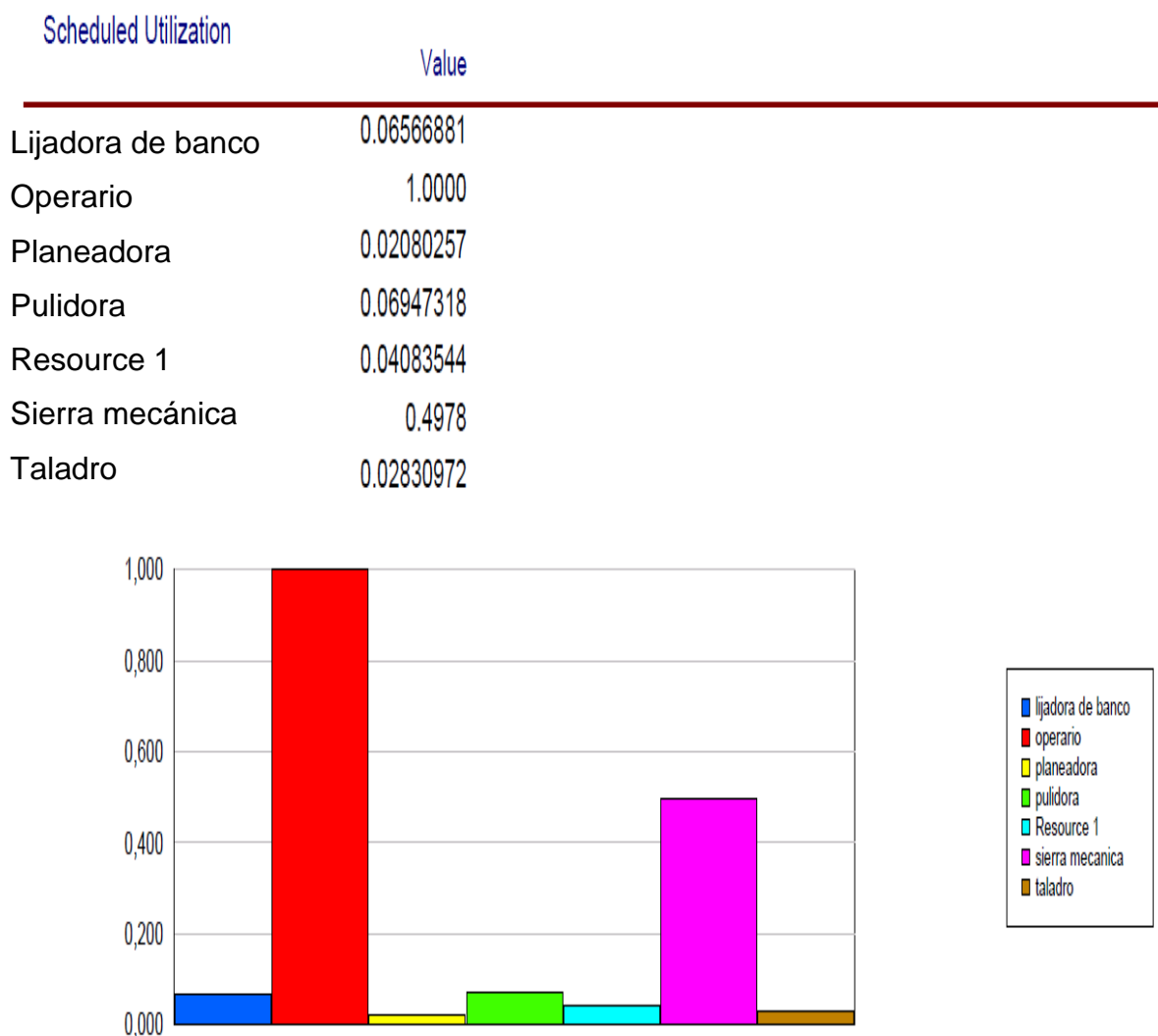
Gráfica 25. Utilización de recursos Butaco



Fuente: Programa Arena. 2012

Se observa que en la producción del Butaco es el operario quien tiene mayor porcentaje de utilización con respecto a las demás máquinas.

Gráfica 26. Utilización de recursos (Taburete)

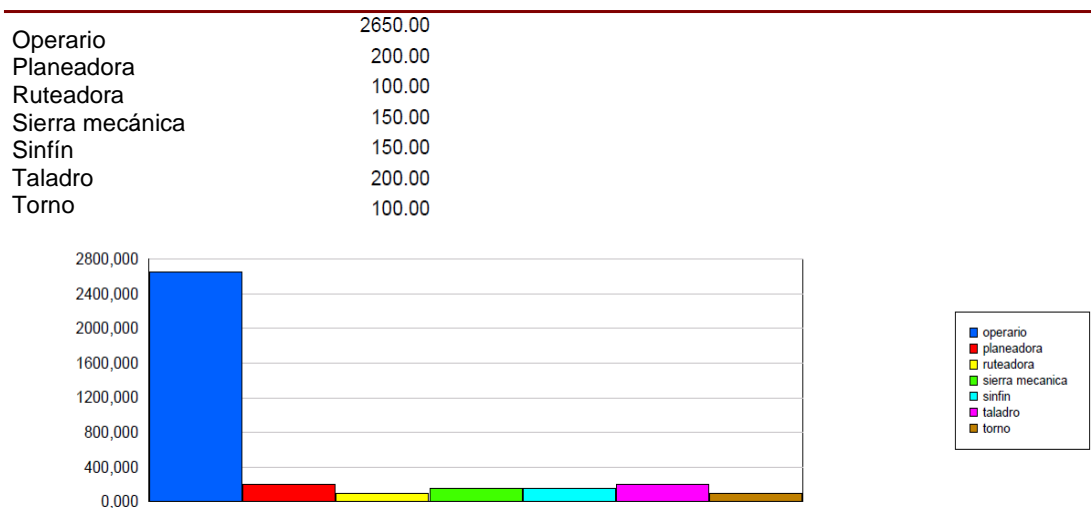


Fuente: Programa Arena. 2012

Al igual que en el butaco, en el taburete es el operario quien presenta mayor movimiento debido a que es el quien realiza todas las operaciones ayudado de la maquinaria.

Se debe tener en cuenta que la simulación del butaco se corre con 200 unidades y el taburete con 2000 unidades.

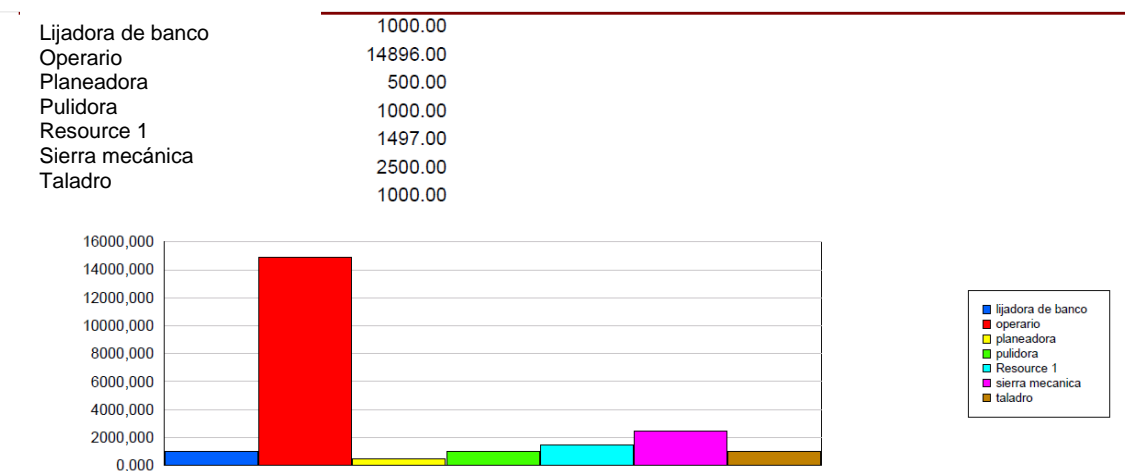
Gráfica 27. Cantidades aprovechadas (Butaco)



Fuente: Programa Arena. 2012

Se observa en esta gráfica la cantidades de unidades que produce tanto el operario como las máquinas mostrando cuales son los cuello botella del proceso. Se identifica que mientras la planeadora fabrica 200 unidades, la ruteadora realiza 100 partes. Lo mismo sucede con el taladro que tiene la capacidad de transformar 200 unidades y el torno 100 piezas. Estos datos evidencian los resultados arrojados tanto el diagrama de proceso como en la programación.

Gráfica 28. Cantidades aprovechadas (Taburete)



Fuente: Programa Arena. 2012

En el taburete se identifica el cuello botella en el taladro ya que mientras la sierra transforma 2500 unidades esta produce 1000 unidades. Lo mismo se observa con la planeadora ya que fabrica 500 unidades con respecto a las otras máquinas herramientas.

- Pronósticos. Para realizar los respectivos pronósticos y observar su determinado comportamiento con el fin de utilizar los adecuados métodos de tendencia o estacionalidad se utilizó el promedio móvil, suavización exponencial simple y suavización exponencial doble donde se realizó la comparación de los 3 métodos ver Cuadro 25. Comparación de resultados de los diferentes tipos de pronósticos, el cual con ayuda de los respectivos indicadores (MAPE, MAD Y MSD) se eligió el método de suavización exponencial simple indicando los siguientes resultados:

Cuadro 82. Resultados del método suavización exponencial simple

Pronóstico	Butaco	Taburete
Suavización exponencial simple	82,7927	117,218
	82,7927	117,218
	82,7927	117,218
	82,7927	117,218
	82,7927	117,218
MAPE	89,37	101,4
MAD	78,48	62,26
MSD	9102,34	6559,97

Fuente: Autores 2012.

De acuerdo a lo establecido por la suavización exponencial simple durante los períodos pronosticados se fabricara 83 unidades para el butaco y 118 unidades para el taburete. Estos datos fueron primordiales para realizar el sistema de planeación, programación y control ya que es la base para establecerlo.

- Planeación agregada. Se realizó la respectiva técnica de planeación con el objeto de determinar los niveles de producción, de inventarios y mano de obra con el fin suplir la demanda de los períodos pronosticados. Cabe resaltar que es una técnica de mediano plazo lo cual el control se realizó en un lapso de 5 meses.

Se utilizó 2 estrategias entre ellas el promedio de producción constante y tiempo regular de los empleados teniendo en cuenta la producción de los productos por separado y la fabricación de los dos al mismo tiempo. Se realiza el siguiente cuadro para explicar cuál es la técnica escogida y las razones para ser implementada en la empresa.

Cuadro 83.Comparación (Estrategias de planeación agregada)

Programa de producción de los períodos pronosticados				
Variable	Promedio de producción constante			
	Butaco	Taburete	Total de producción	Butaco + Taburete
Producción total	480	640	1120	1.920
Inventario total	191	145	336	2.729
N de empleados	2			4
Variable	Tiempo regular constante de empleados			
	Butaco	Taburete	Total de producción	Butaco + Taburete
Producción total	720	960	1680	2400
Inventario total	909	1102	2011	4165
N de empleados	3			5

Fuente: Tomado y adoptado Autores, 2012.

De acuerdo con la información expuesta en el cuadro se deduce que la técnica de promedio de producción constante cuando los bienes se fabrican por separado la cantidad total es de 1120 productos con respecto a la producción conjunta de 1920 unidades, deduciendo que la fabricación aumenta cuando los 4 trabajadores realizan la producción al mismo tiempo lo que permite que se almacenen 2729 elementos en 5 meses para suplir la demanda cuando es superior a 201 productos por período que es la cantidad pronosticada de los dos. Por otra parte con respecto al espacio que ocupa las unidades en la bodega es indispensable almacenar las partes en proceso y ensamblar cuando los productos estén pedidos logrando utilizar de manera óptima los espacios en el área de producción.

En la técnica de tiempo regular contante de empleados se observa que proponen contratar un empleado para producir mayor cantidad de productos tanto en la fabricación individual como la conjunta, pero debido a que la propuesta anterior cumple con la demanda promedio de producción y que las unidades para almacenar el inventario son las suficientes se propone programar la estrategia de promedio de producción constante, fabricando los productos al mismo tiempo con

una producción de 1920 unidades en los 5 períodos y un inventario de 2729 unidades. Se tiene en cuenta el análisis de costos para decidir con certeza la decisión expuesta anteriormente los cuales se van a mostrar a continuación:

Cuadro 84. Costos de las estrategias de planeación agregada

Costos	Promedio de producción constante				
	Butaco	Taburete	Total producción	Butaco + Taburete	Diferencia
Costo total	6.500.799	6.493.598	12.994.397	13.252.510	258.113
Costo de mano de obra	6.476.160	6.476.160	12.952.320	12.952.320	-
Costo de mantener el inventario	24.639	14.065	38.704	300.190	261.486
Costos de horas extras	-	3.373	3.373	-	-
Costos	Tiempo regular constante de empleados				
	Butaco	Taburete	Total de producción	Butaco + Taburete	Diferencia
Costo total	10.398.200	10.387.830	20.786.030	17.215.250	(3.570.780)
Costo de mano de obra	9.714.240	9.714.240	19.428.480	16.190.400	(3.238.080)
Costo de mantener el inventario	117.261	106.894	224.155	458.150	233.995
Costos de horas extras			-		-
Costo de contratación	566.700	566.700	1.133.400	566700	(566.700)

Fuente: Tomado y adoptado Autores, 2012.

Se analiza en este cuadro que en la estrategia de promedio de producción constante cuando se produce los productos por separado el costo total es menor con respecto a la fabricación conjunta ya que en la última se aumenta los costos de mantener el inventario pero si se realiza un análisis más detallado la diferencia del segundo con el primero es de 258113 pesos en los 5 períodos pronosticados evidenciando una cuantía menor, lo cual con seguridad la decisión que se toma es escoger producir los productos al mismo tiempo ya que trae mayor peso producir mayor cantidad y almacenar en el inventario debido sus costos son menores es decir la empresa gastaría 52297 por período con respecto a la producción separada de los productos.

Se observó la otra estrategia los costos totales aumentan debido a la contratación de empleados adicionales y al costo de mantener el inventario, se observa también que al producir los productos conjuntamente son menores con respecto a fabricar por separado ya que mientras en el primero se contratan 5 empleados en el segundo se utilizan 6 operarios subiendo los costos de mano de obra y de contratación. Por la razón de que los empleados actuales satisfacen la demanda se descarta la técnica de tiempo regular de empleados.

A continuación se muestra la producción y los costos necesarios para implementar esta técnica:

Cuadro 85. Técnica de promedio de producción constante de dos productos

Programa de producción	
Variable	Butaco + Taburete
Producción total	1.920
Inventario total	2.729
N de empleados	4
Costos	
Costo total	13.252.510
Costo de mano de obra	12.952.320
Costo de mantener el inventario	300.190
Costos de horas extras	0

Fuente: Tomado y adaptado Autores, 2012.

- Planeación de requerimiento de materiales (MPR). La planeación de requerimiento de materiales se utiliza para conocer las cantidades necesarias para producir el producto y sus partes que la componen al mismo tiempo la materia prima directa para fabricarlo con objeto de prever la necesidad y tener disponible para la demanda efectuando las órdenes de los clientes. Cabe decir que tiene en

cuenta mantener de un inventario para cumplir con las ventas. En esta técnica de planeación (MRP) se realizó 4 estrategias de órdenes planeadas con el objeto de escoger la mejor teniendo en cuenta los costos que incurre cada una y cual se adecua a las condiciones bajo pedido de la empresa. Se realiza la planeación de materiales por separado y se explicara la técnica escogida sustentando las razones para la implementación.

A continuación se mostrará las cantidades programadas por cada tipo de órdenes planeadas.

Cuadro 86. Cantidades programas por estrategias (5 períodos)

Butaco							
Estrategia	Espera	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
LFL	130	83	83	83	83	83	545
EOQ	132	85	85	85	76	85	547
POQ	-	130	83	83	83	83	462
PPB	213	-	166	-	83	83	545
Taburete							
Estrategia	Espera	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
LFL	119	118	118	118	118	118	709
EOQ	120	120	120	120	112	120	713
POQ	0	119	118	118	118	118	591
PPB	237	0	236	0	118	118	709
Butaco+ Taburete							
Estrategia	Espera	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
LFL	249	201	201	201	201	201	1.254
EOQ	252	205	205	205	187	205	1.260
POQ	-	249	201	201	201	201	1.053
PPB	450	-	402	-	201	201	1.254

Fuente: Tomado y adoptado Autores, 2012.

Para escoger la estrategia se realizó el siguiente análisis:

- En la técnica de lote por lote (LFL) se producen las 83 unidades para el Butaco en cada período y 118 Taburetes cumpliendo con la demanda pronosticada, no utilizan el stock de seguridad con el objeto de utilizarla para cumplir con la demanda adicional en cada período es decir 1254 agregados en los dos productos para mantener en el inventario.
- En la cantidad económica de pedido (EOQ) para los dos productos en los primeros 3 períodos la producción fabricada es mayor a la pronosticada pero en el 4 es menor ya que en los meses anteriores se suple con la demanda de este mes y en el último se estabiliza fabricando 205 unidades. Esta técnica aunque es una buena opción es más viable aprovechar la mano de obra ordenando una producción mínima a la pronosticada es decir fabricar mínimo 201 unidades en cada período con el fin de que los operarios cumplan con la orden producción como la técnica de lote por lote que aprovechan al máximo los empleados.
- En la técnica de orden periódica (POQ) en comparación con las demás estrategias produce solamente 48 unidades adicionales tanto del butaco como en el taburete en los 5 períodos, es decir si se demandan unidades superiores al inventario programado no se cumplen con los pedidos al tiempo trayendo como consecuencia pérdida de pedidos. No cumplen con la fabricación del stock de seguridad.
- En el método de algoritmo balanceo parte- período (PPB) se observa que en el primer mes no se fabrica ninguna unidad en los dos productos y no tienen en cuenta el stock de seguridad para suplir la demanda en este período, trayendo como consecuencia que la mano de obra no se utilice eficientemente. En el segundo mes se programa la producción atrasada con el fin de cumplir de algún modo la orden de producción pero se analizó el 3 mes, la mano de obra no es utilizada ocurriendo lo mismo en los períodos pasados; esto es debido a que este método se preocupa principalmente por comparar el costo de mantenimiento con el costo de ordenar y no tiene en cuenta la cantidad en satisfacer la demanda programada.

Debido a lo anteriormente dicho se escogió la estrategia de lote por lote (LFL) ya que se adecua a las condiciones de Mahe-muebles. Se realiza un análisis detallado de los costos de cada estrategia para tener mayor certeza en implementar la técnica expuesta. Se mostrarán a continuación los siguientes datos:

Cuadro 87.Cantidades programas por estrategias (5 períodos)

Estrategia	Butaco lápiz				
	Costo de ordenar total	Costo de mantener Total	Costo unitario total	Costo total	Costo unitario Butaco
LFL	300	100.555	7.025.050	7.125.905	13.075
EOQ	300	103.526	7.056.029	7.159.855	13.080
POQ	250	30.295	5.955.180	5.985.725,50	12.956
PPB	200	121.955	7.025.050	7.147.205	13.114
Estrategia	Taburete				
	Costo de ordenar total	Costo de mantener Total	Costo unitario total	Costo total	Costo unitario Butaco
LFL	300	69.377	6.891.480	6.961.157	9818
EOQ	300	71.684	6.928.582	7.000.566	9821
POQ	250	486	5.744.520	5.745.256	9721
PPB	200	92.308	6.891.480	6.983.989	9850
Estrategia	Butaco + Taburete				
	Costo de ordenar total	Costo de mantener Total	Costo unitario total	Costo total	Costo unitario Butaco
LFL	600	169.932	13.916.530	14.087.062	22.893
EOQ	600	175.210	13.984.611	14.160.420	22.901
POQ	500	30.781	11.699.700	11.730.982	22.677
PPB	400	214.264	13.916.530	14.131.194	22.965

Fuente: Tomado y adoptado Autores, 2012.

Con respecto a los costos de cada estrategia de órdenes planeadas se observa:

En la técnica de lote por lote teniendo en cuenta los dos productos el costo de mantener el inventario es menor con respecto a las otras estrategias. Además se analiza que debido a que presenta stock de seguridad los costos unitarios totales son altos y por ende el costo de mantener es directamente proporcional pero con respecto a las demás estrategias es aquella que tiene costos totales menores lo que hace que se escoja con seguridad la técnica de lote por lote ya que cumple con los requerimientos de la empresa y reduce al mínimo los costos totales durante la planeación de los períodos pronosticados.

En análisis tanto de las cantidades programadas como los costos se presentan teniendo en cuenta los dos productos al mismo tiempo ya que en la planeación agregada se escoge la técnica de fabricar el Butaco y el Taburete conjuntamente. También se realiza para que el gerente tenga presente las unidades que se deben fabricar y los costos que generan los dos productos. Se debe tener en cuenta que si la cantidad de butaco y taburete varían pero se cumple con la demanda pronosticada el sistema de planeación de requerimiento de materiales (MRP) está formulado con el fin de cambiar las cantidades y analizar los respectivos costos que generan cada producto por separado.

La planeación programada de la estrategia elegida se presenta de la siguiente manera:

Cuadro 88. Cantidad programada y costos totales de la técnica (LFL).

Butaco								
Estrategia	Espera	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total	costo total
LFL	130	83	83	83	83	83	545	7.125.905
Taburete								
Estrategia	Espera	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total	6.961.157
LFL	119	118	118	118	118	118	709	
Butaco+ Taburete								
Estrategia	Espera	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total	
LFL	249	201	201	201	201	201	1254	14.087.062

Fuente: Tomado y adoptado Autores 2012.

Cuadro 89. Programa maestro de producción (Butaco y Taburete)

Estrategia	Código parte	Espera	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
LFL (Lote por lote)	AO	130	83	83	83	83	83	545
	B1	130	166	166	166	166	166	960
	D2	130	249	249	249	249	249	1.375
	MP1	137	436	436	436	436	436	2.315
	E2	130	249	249	249	249	249	1.375
	MP2	137	349	349	349	349	349	1.880
	C1	130	166	166	166	166	166	960
	F2	130	249	249	249	249	249	1.375
	MP3	137	523	523	523	523	523	2.751
	TO	130	498	498	498	498	498	2.620
	G2	130	249	249	249	249	249	1.375
	MP4	137	436	436	436	436	436	2.315
Estrategia	Código parte	Espera	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
LFL (Lote por lote)	A00	119	118	118	118	118	118	709
	B11	119	236	236	236	236	236	1299
	E22	119	354	354	354	354	354	1889
	MP11	125	496	496	496	496	496	2603
	F22	119	354	354	354	354	354	1889
	MP12	125	496	496	496	496	496	2603
	C11	119	236	236	236	236	236	1299
	MP13	125	496	496	496	496	496	2603
	TO	119	708	708	708	708	708	3659
	D11	119	236	236	236	236	236	1299
	G22	119	354	354	354	354	354	1889
	MP14	125	496	496	496	496	496	2603
	H22	119	354	354	354	354	354	1889
	MP15	125	496	496	496	496	496	2603

Fuente: Tomado y adoptado Autores, 2012.

Se muestran tanto emisión de pedidos de las partes como a materia prima directa para producir el butaco y taburete con el propósito de implementar el sistema de planeación de requerimiento de materiales (MRP).

- Programación. Se realizó la programación teniendo en cuenta las máquinas existentes, con el fin de determinar el método a utilizar se observaron 4 métodos diferentes explicados en el capítulo anterior los cuales arrojaron los siguientes resultados:

Cuadro 90. Tiempo total de programación

	Por unidad	Por total de la producción
Butaco luego Taburete	12370	11998
Butaco + Taburete	11457	11168

Fuente: Autores 2012.

Siendo el total de tiempo en minutos para realizar el total de la producción pronosticada se observa que el tiempo menor es realizar los 2 productos simultáneamente produciendo en cada operación el total de producción.

Al escoger esta técnica se analizan los datos arrojados de la misma del cual se determina:

- La sierra es la máquina que produce cuello de botella ya que marca el ritmo de la producción esto ocurre porque todas las operaciones requieren el uso de esta y además tiene tiempos de procesamiento altos.
- La demás máquinas presentan tiempos inactivos para estos productos cuando no son usadas, se programa que en esos momentos en los que está inactiva se use para la fabricación de las demás referencias puesto que aunque no se fabrican grandes cantidades siguen contribuyendo a las ganancias de la empresa.

Lo anterior se evidencia en el siguiente cuadro:

Cuadro 91. Porcentaje de utilización de máquinas con respecto al tiempo total

Máquina	Utilización
Sierra	94.47%
Planeadora	16.58%
Sin fin	7.08%
Taladro de árbol	11.41%
Pulidora	2.79%
Torno	23.47%
Lijadora de banco 1	2.08%
Lijadora de banco 2	3.8%
Ruteadora	3.57%

Fuente: Autores 2012.

De esto se puede concluir que es la sierra la máquina a la que se le debe generar un cambio para reducir el tiempo total de producción con respecto a la maquinaria usada, por lo cual se sugirió la implementación de otra u otras sierras. Teniendo en cuenta la necesidad de cada proceso y la capacidad de espacio en la planta se decidió implementar 2 sierras más en la empresa (Ver figura 44. Sierra 2 y figura 45. Sierra 3).

Figura 44. Sierra 2



Fuente: Empresa-Mahe-muebles. 2012

Figura 45. Sierra 3



Fuente: Empresa Mahe-muebles. 2012

Las cuales se asignaron para en la parte del proceso y son adecuadas de la siguiente manera:

- Se identifican como sierra 1 la existente y sierra 2 y sierra 3 las nuevas.
- La sierra 1 se utiliza en las operaciones de copete y soportes del butaco lápiz.

- La sierra 2 se utiliza en la operación de asiento del butaco lápiz
- La sierra 3 es usada en las todas las operaciones de taburete

Con el fin de analizar los resultados de esta implementación se realiza de la nueva programación en la herramienta WinQSB a continuación se muestran los datos requeridos por el programa, se utilizan los datos de la programación escogida como la de menor tiempo total y se agregan las 2 máquinas adicionales.

Cuadro 92. Datos implementación de 2 sierras

	Trabajo		Operación	Máquina	Tiempo por total producción (83 unidades)
Butaco	1	Copete	1	Sierra 1	493,02
			2	Planeadora	90,47
			3	Sin fin	131,97
			4	Taladro de árbol.	269,75
			5	Lijadora de banco 1	231,57
			6	Ruteadora	182,6
	2	Asiento	1	Sierra 3	1286,5
			2	Planeadora	531,2
			3	Sin fin	224,1
			4	Taladro de árbol	282,2
			5	Pulidora	132,8
			6	Ruteadora	215,8
	3	Soporte	1	Sierra 1	1898,21
			2	Planeadora	266,43
			3	Taladro de árbol	102,09
			4	Torno	337,81
			5	Lijadora de banco 2	91,3
	4	Soporte	1	Sierra 1	928,77
			2	Planeadora	547,8
			3	Taladro de árbol	265,6
			4	Torno	796,8
			5	Lijadora de banco 2	332

Cuadro 92. (Continuación)

Taburete	Trabajo		Operación	Máquina	Tiempo por total producción (118 unidades)
	1	Cuerpo	1	Sierra 2	2000,1
			2	Planeadora	156,94
			3	Sin fin	253,7
			4	Lijadora de banco 2	418,9
	2	Asiento	1	Sierra 2	181,72
			2	Sin fin	179,36
			3	Pulidora	178,18
	3	Soporte	1	Sierra 2	335,12
			2	Planeadora	256,06
			3	Taladro de árbol	165,2
			4	Lijadora de banco 2	389,4
	4	Soporte	1	Sierra 2	3422
			2	Taladro de árbol	184,08
			3	Lijadora de banco 2	676,14

Fuente: Autores 2012

Datos suministrados al programa para la programación simultánea con tiempos totales adicionando 2 máquinas.

Número de trabajos: 8

Número de máquinas: 11

Número de operaciones máximas: 6

Máquinas:

1. Sierra 1.
2. Sierra 2.
3. Sierra 3.
4. Planeadora.
5. Sin fin.
6. Taladro de árbol.
7. Pulidora.
8. Torno.

9. Lijadora de banco 1.
10. Lijadora de banco 2.
11. Ruteadora.

Cuadro 93. Datos para programación simultánea con tiempos totales

	Operación 1	Operación 2	Operación 3	Operación 4	Operación 5	Operación 6
Trabajo 1	494/1	91/4	132/5	270/6	232/9	183/11
Trabajo 2	1287/3	532/4	225/5	283/6	133/7	216/11
Trabajo 3	1899/1	267/4	103/6	338/8	92/10	
Trabajo 4	929/1	548/4	267/6	797/8	332/10	
Trabajo 5	2001 /2	157/4	254/5	419/8		
Trabajo 6	182/2	180/5	179/7			
Trabajo 7	336/2	257/4	166/6	390/8		
Trabajo 8	3422/2	185/6	677/8			

Fuente: Autores 2012.

Cuadro 94. Resultados para programación simultánea con tiempos totales 2 máquinas nuevas

	Trabajo	Operación	En la Máquina	Tiempo del proceso	Tiempo de inicio	Tiempo final
1	Trabajo 1	1	Máquina 1	494	1899	2393
2	Trabajo 1	2	Máquina 4	91	2393	2484
3	Trabajo 1	3	Máquina 5	132	2484	2616
4	Trabajo 1	4	Máquina 6	270	2616	2886
5	Trabajo 1	5	Máquina 9	232	2886	3118
6	Trabajo 1	6	Máquina 11	183	3118	3301
7	Trabajo 2	1	Máquina 3	1287	0	1287
8	Trabajo 2	2	Máquina 4	532	1287	1819
9	Trabajo 2	3	Máquina 5	225	1819	2044
10	Trabajo 2	4	Máquina 6	283	2044	2327
11	Trabajo 2	5	Máquina 7	133	2327	2460

Cuadro 94. (Continuación)

	Trabajo	Operación	En la Máquina	Tiempo del proceso	Tiempo de inicio	Tiempo final
12	Trabajo 2	6	Máquina 11	216	2460	2676
13	Trabajo 3	1	Máquina 1	1899	0	1899
14	Trabajo 3	2	Máquina 4	267	1899	2166
15	Trabajo 3	3	Máquina 6	103	2327	2430
16	Trabajo 3	4	Máquina 8	338	2430	2768
17	Trabajo 3	5	Máquina 10	92	2768	2860
18	Trabajo 4	1	Máquina 1	929	2393	3322
19	Trabajo 4	2	Máquina 4	548	3322	3870
20	Trabajo 4	3	Máquina 6	267	3870	4137
21	Trabajo 4	4	Máquina 8	797	4284	5081
22	Trabajo 4	5	Máquina 10	332	5081	5413
23	Trabajo 5	1	Máquina 2	2001	3758	5759
24	Trabajo 5	2	Máquina 4	157	5759	5916
25	Trabajo 5	3	Máquina 5	254	5916	6170
26	Trabajo 5	4	Máquina 8	419	6170	6589
27	Trabajo 6	1	Máquina 2	182	5759	5941
28	Trabajo 6	2	Máquina 5	180	6170	6350
29	Trabajo 6	3	Máquina 7	179	6350	6529
30	Trabajo 7	1	Máquina 2	336	3422	3758
31	Trabajo 7	2	Máquina 4	257	3870	4127
32	Trabajo 7	3	Máquina 6	166	4137	4303
33	Trabajo 7	4	Máquina 8	390	5081	5471
34	Trabajo 8	1	Máquina 2	3422	0	3422
35	Trabajo 8	2	Máquina 6	185	3422	3607
36	Trabajo 8	3	Máquina 8	677	3607	4284

Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Tiempo total de programación 6589 minutos

Se observa que el tiempo total pasa de 11168 min a 6589 min disminuyendo 4579 min lo que representa un 41% lo que genera en la compañía tiempo libre para el funcionamiento de la maquinaria además de esto se observó el nuevo cuadro de utilización.

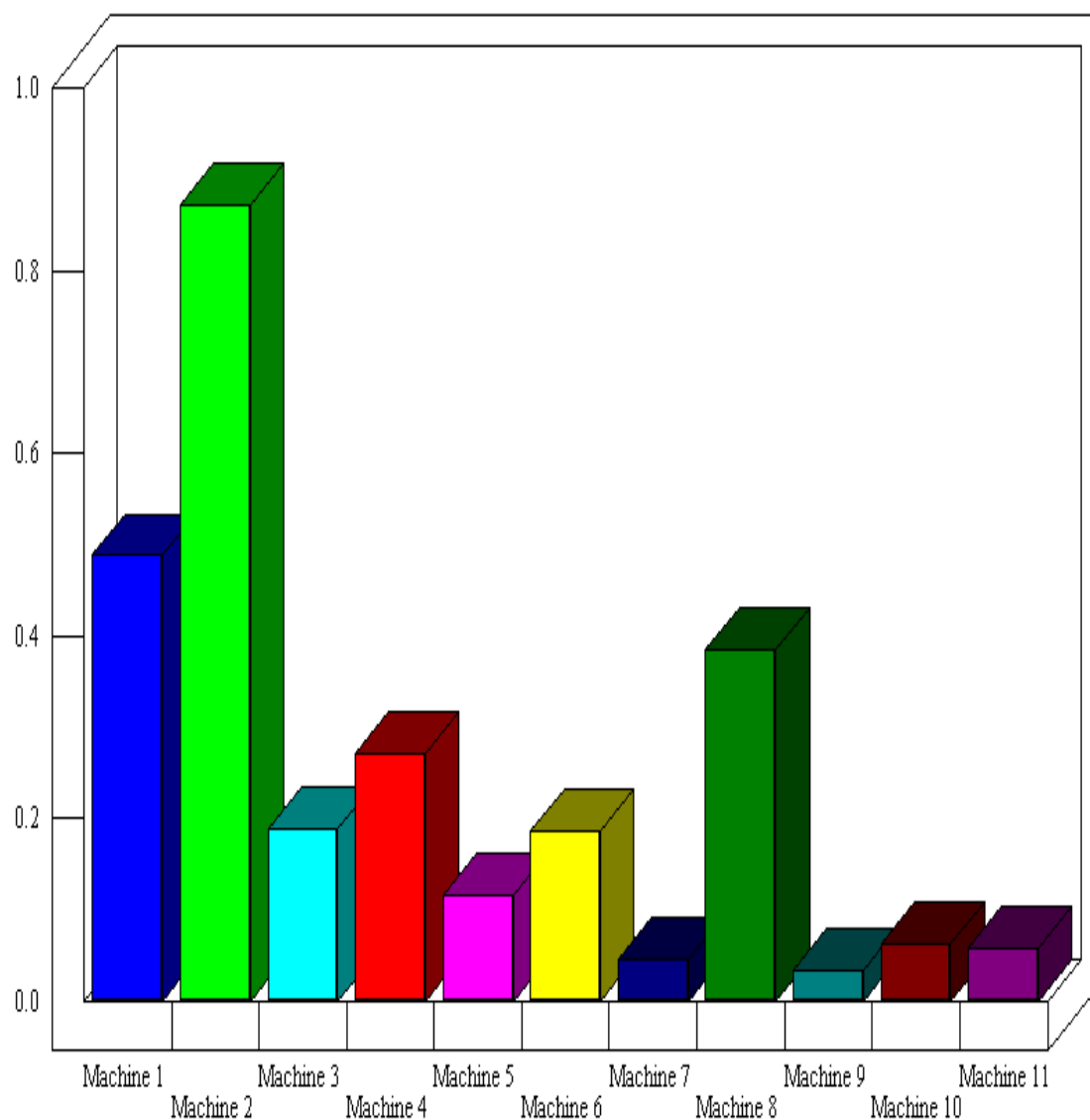
Cuadro 95. Nuevo porcentaje de utilización de máquinas con respecto al tiempo total

Máquina	Utilización
Sierra 1	48.83%
Sierra 2	87.33%
Sierra 3	18.92%
Planeadora	27.22%
Sin fin	11.63%
Taladro de árbol	18.73%
Pulidora	4.59%
Torno	38.53%
Lijadora de banco 1	3.41%
Lijadora de banco 2	6.23%
Ruteadora	0.57%

Fuente: Autores 2012.

Se observa que se logró equilibrar en cierta parte la utilización de las máquinas disminuyendo el de la primera y aumentando las demás, a continuación se da a conocer una gráfica en la que se establece visualmente los porcentajes de utilización de las máquinas.

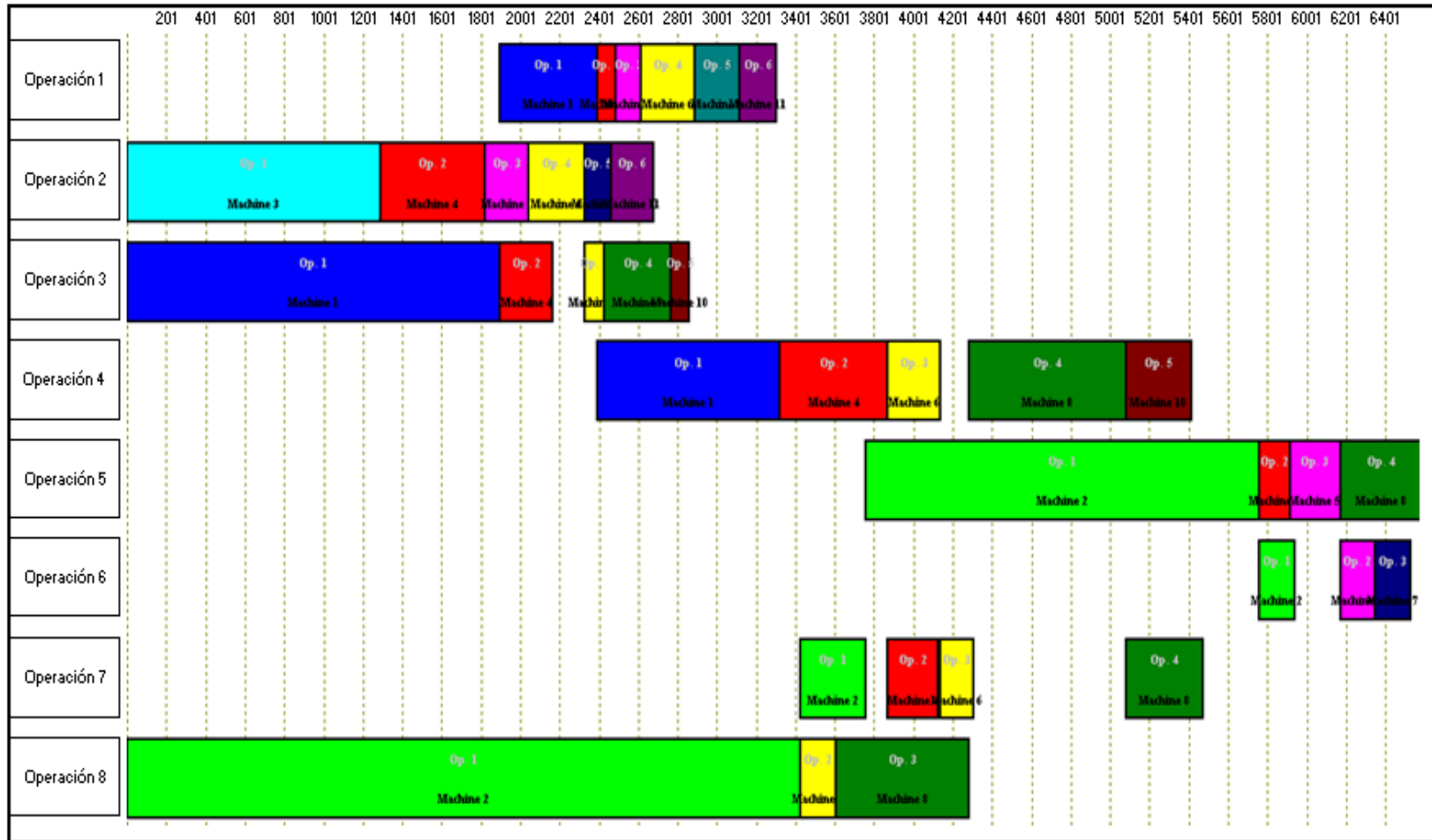
Gráfica 29. Utilización de máquinas para programación simultánea con tiempos totales de producción con 2 máquinas nuevas



Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

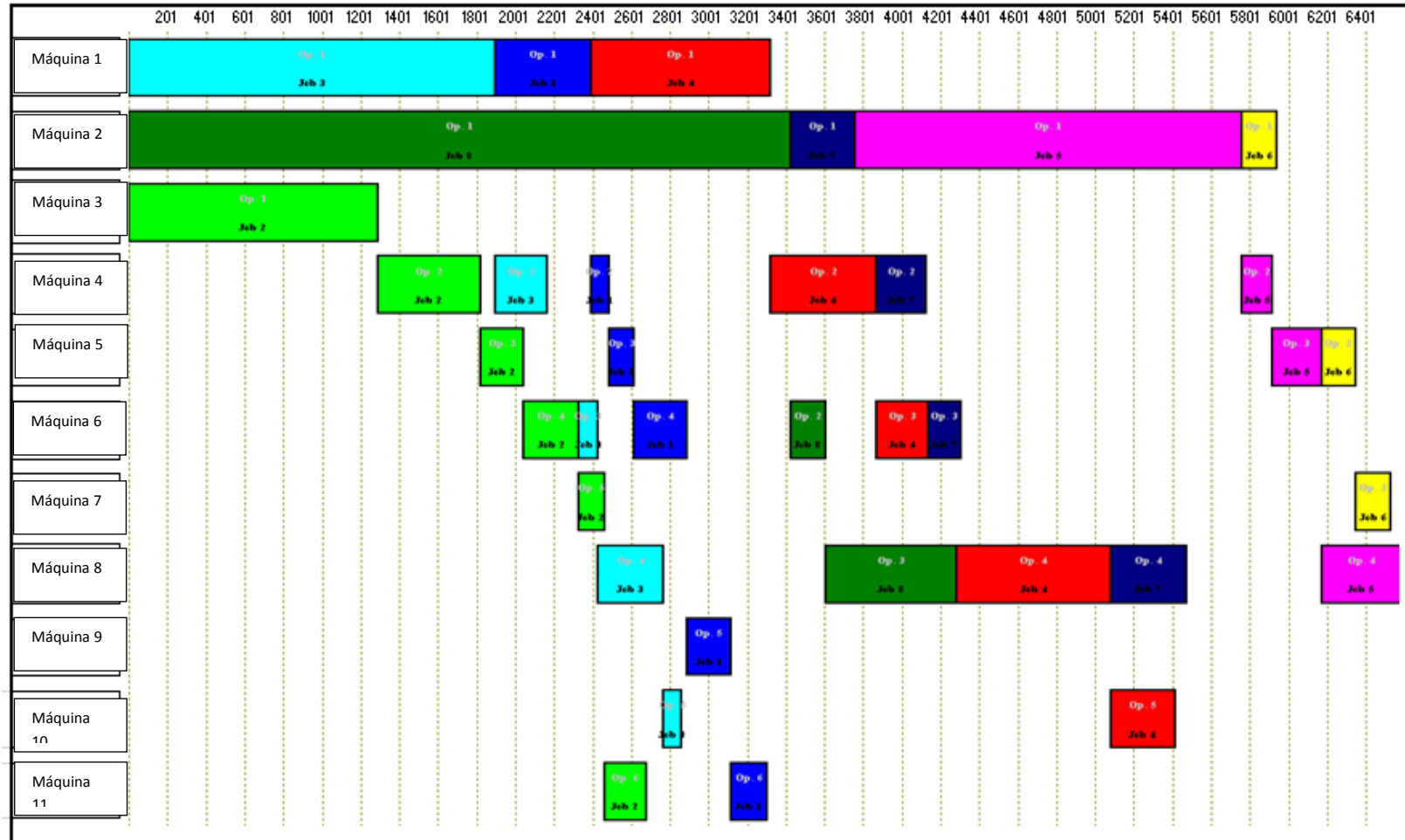
En esta gráfica se observa de igual manera que en el cuadro anterior que con la implementación de las 2 sierras se aumenta la utilización de las demás máquinas además esto debido a que el tiempo total de la programación es menor.

Gráfica 30. Diagrama por trabajo para programación simultánea con tiempos unitarios



Fuente: Resultados programa WinQSB. 2012

Gráfica 31. Diagrama por máquina para programación simultánea con tiempos unitarios



Fuente: Resultados programa WinQSB.2012

De los gráficos de Gantt suministrados por el programa con esta programación se concluye que la implementación de las 2 nuevas máquinas reduce el tiempo de ocio de las demás Máquinas aprovechando al máximo los recursos de la empresa.

- **Control de la producción.** Se diseñaron formatos para la elaboración del control únicamente de la técnica de planeación MRP debido a que esta arroja resultados a corto plazo y la técnica de planeación agregada a mediano plazo lo que hace que el control de la misma requiera de tiempo más prolongado de revisión, la programación de los trabajos con respecto a la maquinaria usada requiere que se controle justo en el momento en el que se está implementando con el fin de realizar cambios inmediatos el caso de ser necesarios.

Con respecto a las tablas usadas para el control de MRP se especifica en cada una la producción mensual de los períodos previamente pronosticados se genera el siguiente cuadro el cual compara las ventas obtenidas en los meses de Abril a Agosto con los resultados pronosticados

Cuadro 96. Comparación de ventas reales Vs Pronósticos

Meses	Butaco + Taburete	Cantidad pronosticada
Abril	287	201
Mayo	266	201
Junio	226	201
Julio	230	201
Agosto	206	201

Fuente: Autores 2012

Al revisar las cantidades vendidas con respecto a las pronosticadas se observa que el valor total de los 2 productos en ventas y pronósticos es similar, aunque el valor por separado varía eso debido a que las ventas del Butaco Lápiz han aumentado y las del Taburete disminuido, ya que se trabajó en conjunto la producción de los 2 productos trabajando 2 empleados en cada uno y estos no presentan variaciones demasiado altas en los procesos se considera que los datos obtenidos de las técnicas utilizadas en el proyecto son acertadas y aceptadas

Aunque se admiten las técnicas utilizadas y se seguirán utilizando en la compañía estas deben seguir siendo controladas e ir realizando cambios pertinentes en el proceso para mejorar el funcionamiento del sistema, al mismo tiempo crea en la compañía una política de retroalimentación constante en el área de producción. luego de finalizado este proyecto la labor de planeación, programación y control será llevada a cabo por una persona de la compañía encargada de realizar las labores pertinentes y obtener los datos necesarios, por sugerencia de este documento dicho empleado seguirá usando el programa WINQSB para obtener los resultados necesarios y los formatos de control para su respectiva revisión.

La finalidad de la planeación con MRP y la programación de máquinas es el generar orden en la producción de 2 productos en Mahe-muebles, se generaron estrategias para cada una de ellas con el fin de elegir la mejor, se tiene en cuenta que las características escogidas deben ser coherentes y generar así una mejora continua la cual debe ser controlada midiendo el cumplimiento de lo establecido. Debido a que todo se especifica claramente en este documento el control de lo planeado y programado resulta fácil de implementar puesto que se resta de medir lo planeado versus lo que obtenido, esto se genera desde el primer momento de aplicación ya que no se presenta necesario esperar gran cantidad de tiempo para medir lo obtenido.

CONCLUSIONES

- Se analizó antecedentes de investigaciones con respecto a los trabajos realizados que se asemejen al tema de estudio con el fin de conocer si el proyecto se ha realizado de manera similar en base a esto establecer fundamentos propios durante su desarrollo.
- Se identificaron los problemas de la empresa gracias el respectivo diagnóstico realizado mediante entrevista a los empleados, matriz de DOFA, espina de pescado y análisis de ventas estableciendo el Butaco y el Taburete como los respectivos productos en estudio debido a que representa en promedio el 66,56 % de las ventas durante los periodos 2009, 2010 y 2011. Estas técnicas fueron base fundamental para establecer las posibles soluciones y estrategias analizadas para la implementación del sistema en la producción.
- Se establecieron los productos representativos de la compañía generando en base a ellos la aplicación de herramientas propias de la ingeniería con el fin de tomar decisiones de cambios en Mahe-muebles.
- Se estableció a partir de toma de tiempos, simulación y estandarización de procesos las operaciones que generaban retrasos en la fabricación de los productos.
- Se identificaron las herramientas de planeación, programación y control logrando el desarrollo de los respectivos programas. Con el resultado del respectivo análisis de los diagramas de planta, diagramas de flujo de proceso, toma de tiempos las gráficas de dispersión y los respectivos pronósticos mediante las técnicas de promedio móvil, suavización exponencial simple y suavización exponencial doble, escogiendo la segunda técnica debido a que arroja resultados menores con respecto a los indicadores de pronósticos y programando 83 butacos y 118 taburetes.
- Se estableció la planeación agregada en la producción de los productos butaco lápiz y taburete con el fin de conocer las necesidades de inventario, capacidad de mano de obra y de producción en donde se realizaron distintas técnicas escogiendo promedio de producción constante con productos de manera conjunta debido a que la estrategia se adecua a las condiciones de la empresa, por tal motivo se realiza análisis de costos para establecer la comparación de producir los productos separados o fabricar al mismo tiempo con promedio de producción constante y se observa que en la primera estrategia generan costos de \$20.786.030 en los 5 periodos pronosticados mientras en la técnica elegida cuesta \$17.215.250 estableciendo una diferencia \$ 3.570.780 con respecto a la otra.

- Se realizó el sistema de planeación de requerimiento de materiales (MRP) el cual permitió conocer las cantidades que se deben fabricar de cada producto y materia prima gracias a la estrategia implementada de órdenes planeadas lote por lote (LFL), donde se tuvo en cuenta las necesidades pronosticadas de cada mes programando 83 Butacos por cada período y 118 Taburetes respectivamente, teniendo en cuenta el stock de seguridad 259 productos para satisfacer la demanda adicional. Cabe aclarar que las otras técnicas establecían órdenes que no se acomodan a los requerimientos de la organización. Por último se realiza el análisis de costos concluyendo que aunque la estrategia no es la que genera menor precio con respecto a las otras y debido a que la diferencia es de 1% a la estrategia algoritmo balanceo parte-período que es la de mayor costo \$14.131.194 se escoge con certeza la de lote por lote con un valor de \$14.087.06.
- Se identificó el método adecuado para la programación teniendo en cuenta las operaciones y maquinaria requerida para cada producto, generando a su vez cambios en la empresa con la implementación de nuevas máquinas las cuales reducen los tiempos totales de procesamiento.
- Se generó en la compañía la conciencia de retroalimentación constante mediante el control la planeación de requerimiento de materia utilizando formatos y supervisando la programación de producción en el instante en el que se está aplicando.
- Se implementó el 57% del sistema de planeación programación y control en base a los resultados obtenidos durante el proyecto se generaron cambios permanentes y se recomendaron pautas de trabajo en la compañía con el fin de garantizar resultados beneficiosos a la misma.

RECOMENDACIONES

- Debido a que en la programación se implementaron 2 sierras mecánicas para bajar el tiempo ocioso y a los análisis de los resultados se concluyó que se reducen en un 42.5% el tiempo total, lo cual para eliminar completamente estos tiempos innecesarios se recomienda que la empresa adquiriera una regruesadora o cepillo para madera que permite pasar los palos a grueso y al ancho de la pieza logrando que la sierras utilizadas trabajen la mitad de tiempo con el fin de que el proceso de los dos productos sea más eficiente.
- Con respecto a la toma de tiempos se deduce que en la fabricación del Butaco lápiz el proceso que genera cuello botella es cuando se rodean las piezas de los soportes. Gracias a las ideas del gerente y a la necesidad de establecer un mecanismo que mejore los tiempos se diseña un prototipo de máquina que baje los tiempos. Las características se fundamentan principalmente en realizar la punta de cada soporte sin necesidad de utilizar las herramientas de torneado como gubias¹⁰⁷ y formón que desbasta la pieza el empleado de manera manual, sino diseñar una pieza similar a un tajalápiz que se componga de dos cuchillas que permita introducir el palo y desbastarla permitiendo no solamente bajar los tiempos en el proceso sino esfuerzo al empleado que realiza dicha tarea. Los diseños de dicha pieza no se muestran debido a que la empresa no da autorización porque es proyecto que está en proceso de realización y cuando se implemente se realizará la patente para proteger la invención. Con respecto a los avances de la máquina se observó que en las pruebas que se han realizado el tajalápiz devasta la parte del palo pero falta pulimento por lo cual se están realizando los respectivos estudios con ayuda de ingenieros mecánicos para lograr el perfeccionamiento de la máquina-herramienta. Se debe tener en cuenta que se toman en consideración los respectivos resguardos y las medidas establecidas con respecto a la ergonomía de los empleados.
- Ya que se evidencian fallas en la ubicación de las máquinas debido a las largas distancias que recorre en producto de una operación a otra por que no se tiene en cuenta la secuencia del proceso, en base al estudio de tiempos y los diagramas realizados para la programación se determinó un orden lógico de las maquinas puesto que los productos presentan procesos similares variando en la utilización de 1 o 2 máquinas con respecto al orden de las mismas. Se recomienda la reubicación de las máquinas con el fin de disminuir las distancias de traslado entre una operación y otra siguiendo un orden lógico y teniendo en cuenta la posibilidad de ubicar cada máquina en el lugar propuesto, para ver la imagen de esta recomendación (Ver figura 62. Diagrama de planta con ubicación propuesta).

¹⁰⁷ Es un escoplo hueco de punta redonda que se usa para transformar piezas en cilindros.

BIBLIOGRAFÍA

- ANAYA TEJARO, Julio Juan. Logística integral. la gestión operativa de la empresa. 3 edición Pozuelo de Alarcón Madrid: Esic editorial, 2007. 291 p. ISBN 978-84-7356-489-2.
- BEILER, William. REYES, Esteban. diseño de un sistema para implantar el control de tiempos de producción en la pequeña y mediana industria. Tesis (ingeniero industrial). Cali. Pontificia Universidad Javeriana Facultad de ingeniería. 1986. 194 P.
- DC ROBLES, Pablo. ING VALLEGO, Carlos. Programa de manejo de proyectos. 1 ed. Puerto Rico: IICA , julio 1979.
- DR SAENZ DE MAGAROLA. Carlos. Alrededor del trabajo de la madera. Máquinas y herramientas para la industria de la madera. Edición en español. Barcelona: Editorial reverté S.A. 1989. ISBN 84-241-1440-B.
- ESCOBAR, Ángela María. Sistematización del manejo de inventarios en la pequeña industria. Trabajo de grado. Ingeniero industrial. Bogotá D.C: Pontificia Universidad Javeriana Facultad de ingeniería. 1985. 174 P.
- HERNANDEZ SAMPIER, Roberto. Metodología de la investigación científica. Tipo de investigación. 4 ediciones. McGraw-Hill. 2006. 880 p.
- MOYA NAVARRO, Marcos Javier. Investigación de operaciones. Control de inventarios y teorías de colas. Primera edición Costa Rica: la editorial Universidad estatal 1990. 167 p. ISBN 9977-64-546-9.
- Muebles rústicos en Madera. Planeación, organización y control de las pequeñas empresas. Estudio de mercadeo. 1 edición. México: Editorial Porrúa de CV. 2000.
- NIEBEL, W Benjamín. Ingeniería industrial. Métodos tiempos y movimientos. 9 Ed: alfaomega. 800 p 1996. ISBN 9701502175, 9789701502174.
- PEREZ BELLO, Carlos. Manual de producción aplicado a las pequeñas y medianas empresas. Diseño y proceso. 1 ed. Bogotá: Ecoediciones, octubre 1999.
- SIGMUND, Adler. El método científico. Método de investigación. Ediciones Todo ciencia Buenos Aires.1988

CIBERGRAFÍA

- AGUDELO, Heriberto. Hablemos de ruteadoras para madera. [Online]. revista madera:<http://www.revistamadera.com/Evaluando_Herramientas/Hablemos_de_Ruteadoras_para_Madera.html>.
- Bcdgroup. Pino Ellioti. Características madera de pino. [Online]. [Argentina].(S.n):<http://www.bcdgroup.com.ar/pinoelliotis.htm>
- Bulonera norte Ferretería Industrial. Tornillo Drywall [Online]. (S.n):<http://www.buloneranorte.com/bulonera.htm>
- Características para el torno de del torno. [Online]. Máquinariapro :<<http://www.Máquinariapro.com/obra/torno-para-madera.html>>.
- CASTRO SARAME, William Ariel. El proceso de planificación, programación y control de la producción. Una aproximación teórica y conceptual [Online]. [BOGOTÁ, COLOMBIA]:2003.Gestiopolis:<<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/plaprocon.htm>>
- Cepilladora. [Online]. (S.n). <<http://www.jmcprl.net/glosario/cepilladora.htm>>.
- Consejos BRICO-TODO. Taladrar. Tipos de taladro. [Online]. (S.n): <<http://www.bricotodo.com/taladrar.htm>>.
- Decreto 312 de 2006. [Online]. (S.n): <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=21059>. Registro Distrital 3596 de agosto 18 de 2006.>
- Diccionario De Arquitectura y Construcción. Definición de compresor de aire y conceptos relacionados. [Online]. (S.n): < <http://www.parro.com.ar/definicion-de-compresor+de+aire>>.
- Dirección general de capacitación e innovación tecnológica. Flujo del proceso de empresa.[Online]. (S.n):<http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=14&guia=119&giro=7&ins=821>
- El programa arena para la simulación. [Online]. (s. n) :<<http://unicrsthiamurbinaio.files.wordpress.com/2011/03/el-programa-arena-para-simulacic3b3n.pdf>>
- FLORES, Juan Eduardo .Análisis DOFA. [Online]. Slideshare:<<http://www.slideshare.net/jcfdezmx2/análisis-foda-presentation>>

- Gestipolis.diagramagantt. [Online]. <
<http://www.gestipolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/diaggantaleja.htm>>
- GOMEZ, E Carlos. Universidad Nacional experimental de Guayana. Historia del mueble [Online]. [GUAYANA]: Upata octubre 2003. Scribd: <<http://es.scribd.com/doc/2367583/Historia-del-Mueble>>.
- HOEGER, Herbert. Simulación. [Online]. Webdelprofesor: <<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/hhoeger/simulacion/PARTE1.pdf>>.
- MUEBLES EN MADERA S.A. Proceso productivo. [Online]. (S.n) : <<http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P658.514C824/capitulo1.pdf>>
- Pacto intersectorial Por la madera legal en Colombia. Marco legal y normativo. [Online]. (S.n): <ssets.panda.org/downloads/publicacion_pimlc_2.pdf>.
- Planeación estratégica de la producción. [Online]. [VILLA CLARA], Ciget 2006. Gestión de contenidos electrónicos: <<http://biblioteca.idict.villaclara.cu/biblioteca/compendios-informativos/planeacion-estrategica/2>>.
- Portal para investigadores y profesionales. Análisis DOFA. [Online]. El prisma: <http://www.elprisma.com/apuntes/administracion_de_empresas/DOFA/default2.asp>.
- PRINTISTA, Marcela. Simulación. Principal. [Online]. Google sites : <<https://sites.google.com/site/simulacionunsl/>>.
- Ricoveri marketing Matriz. DOFA. [Online]. Tripod SuccedOnline: <<http://ricoveri.ve.tripod.com/ricoverimarketing2/id18.html>>.
- ROJAS GUITIERREZ, Ana María mueble rustico. Autenticidad de lo natural. [Online]. [COLOMBIA]: 2010. Revista M&M. <<http://www.revista-mm.com/ediciones/rev54/mueblesrusticos.pdf>>.
- Santos .Gualupo, Vicente Salomón. Mejoramiento de la línea de producción de clavos negros de una planta procesadora de alambres de acero. [Online]. [GUAYAQUIL, ECUADOR]: 2002. <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4403/1/6923.pdf>.
- Taiwanturnkeyprojectassociation. Planta de producción de sillas de Madera. <<http://turnkey.taiwantrade.com.tw/showpage.asp?subid=147&fdname>>

=WOOD+OR+PAPER+%26+PRINTING&pagename=Planta+de+producción+d
e+sillas+de+madera>

- Tipos de sierras. [Online]. Bricolaje casero: <
<http://www.bricolajecasero.com/herramientas/tipos-de-sierras.php>>.
- UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA. Bancos de objetos y aprendizaje y de la
información. Sapan. [Online]. (S.n): <
<http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Sap%E1n.pdf>>.
- Vlex. Diario oficial Colombia. Ley 550 de 2000. [Online]. (S.n): [http://diario-
oficial.vlex.com.co/vid/ley-550-43133999](http://diario-oficial.vlex.com.co/vid/ley-550-43133999).
- Wikilearning. Simbología Básica. [Online]. Emagister:
<[http://www.wikilearning.com/monografia/el_estudio_del_trabajo_en_los_siste
mas_de_procedimiento_de_oficinas-simbologia_basica/16615-5](http://www.wikilearning.com/monografia/el_estudio_del_trabajo_en_los_sistemas_de_procedimiento_de_oficinas-simbologia_basica/16615-5)>.

ANEXOS

- **Anexos A. Entrevistas**

Entrevista al gerente

Nombre: José Mahecha Romero

Edad: 54 años

Años de desempeño como gerente: 17 años

Razón social de la empresa: Mahe-muebles

1. ¿Cómo inicio su empresa?

Rta: Se inició hace 17 años en el barrio Bravo Páez con la fabricación con muebles para hogar (Salas, comedores y alcobas)

2. ¿Cuál es la estructura general de la empresa?

Rta: La empresa está conformada por el gerente, contador, auxiliar administrativo y ambiental y operarios.

3. ¿Cómo ve el futuro de su empresa?

Rta: Generando mayores utilidades, ser más competitiva en el sector y creando nuevos estilos para satisfacer las necesidades del cliente.

4. ¿Cuáles considera que son las ventajas más importantes de su empresa?

Rta: Precios que satisfagan las necesidades del cliente y la calidad del producto como tal.

5. ¿Cómo se siente con respecto a su competencia?

Rta: Con mayores ventajas ya que el producto que ofrece la empresa cuenta con características diferentes de los competidores logrando satisfacer las necesidades de sus compradores.

6. ¿Cuáles eran las mayores fortalezas y debilidades del personal de su empresa?

Rta: Fortalezas:

- Tiene habilidades para el manejar la maquinaria adecuadamente.
- Cuentan con el conocimiento necesario para el proceso de fabricación de los muebles de madera.
- Son organizados en el área de trabajo.

Debilidades:

- No trabajan los días lunes debido que ellos trabajan al contrato y manejan su tiempo.

7. ¿Qué tipo de habilidades que considera les faltan a sus empleados?

Rta: Los empleados diseñan métodos en los procesos de fabricación para facilitar su trabajo.

8. ¿Cómo evalúa los resultados de sus empleados?

Rta: Excelente ya que fabrican los productos como lo exige el cliente y cumplen con todos los requerimientos dichos de la empresa.

9. ¿Cuáles han sido los logros de su empresa en los últimos años?

Rta:

- Comprar el establecimiento donde está ubicada la empresa.
- Adquirir maquinaria nueva.
- Realizar mejoras en la planta.

10. ¿Cuáles considera que son los aspectos más importantes de su trabajo?

Rta: Lograr de manera adecuada el excelente funcionamiento de la empresa y solucionar los problemas cuando se presente.

11. ¿Podría describir un día o semana habitual de su empresa?

Rta: Todos los días se realizan actividades diferentes en la empresa pero normalmente se realiza las siguientes acciones:

- Revisar que sus empleados estén realizando las tareas adecuadamente.
- Conseguir la materia prima e insumos cuando es necesario
- Supervisar las máquinas que estén e buen estado.

12. ¿Existe control de inventarios en su empresa?

Rta: No existe control de inventarios de materia prima, de productos en proceso y terminados se realiza periódicamente.

13. ¿Qué aspectos considera se deben mejorar en su empresa?

Rta: Debe mejorar técnica del proceso de fabricación del mueble y controlar los registros de producción.

14. ¿Qué características tiene los clientes o compradores?

Rta: Los clientes buscan durabilidad, diseño, calidad, que sea novedoso, resistente y económico.

15. ¿Considera que sus clientes se encuentran satisfechos con su servicio?

Rta: Si se comprueba con la fidelidad que tiene con la empresa en la obtención del producto.

Entrevista a los empleados

Nombre: Antonio Pico

Cargo: operario

Años de labor: 5 años

1. ¿Qué opinión da acerca de?

- La empresa:

Rta: Mahe- mueble es una empresa que tiene futuro debido a que sus productos son fabricados con excelentes terminados, además cuenta con todas las herramientas para lograr lo que se propone.

- Su labor

Debido a la experiencia que tengo para realizar este tipo de muebles, fabricó un producto que suple las especificaciones del cliente, cada día logro buscar la manera para mejorar y aportar en su construcción.

- Clientes:

Rta: Los clientes son personas que buscan un producto de excelente calidad, la cuales siempre se les proporciona lo que exigen

- Área de trabajo:

Rta: Cuenta con todas las herramientas y máquinas para realizar la fabricación de los muebles. El establecimiento es apropiado para realizar las etapas del proceso.

- El gerente:

Rta: Es una persona que se encuentra pendiente del trabajo que se realiza en el taller, facilita la materia prima necesaria para la fabricación y Solucionar los problemas que se presentan (Como cuando se daña una máquina), solucionándolo lo más rápido posible.

2. ¿Qué aspectos mejoraría en el área de trabajo?

Rta: Los aspectos que mejoría es implantar mejores métodos en el proceso para fabricar los muebles en menor tiempo

3. ¿Qué aspectos mejoraría de la empresa?

Rta. Ninguno.

Entrevista a los empleados

Nombre: Erika Mahecha.

Nombre Cargo: Auxiliar de gerencia

Años de labor: 3 años

1. ¿Qué opinión da acerca de?

- La empresa:

Rta: La empresa debido a que está cambiando, para mejorar la calidad de su producto, puede postularse en un futuro como una de las mejores organizaciones que suplan las necesidades del cliente y al mismo tiempo que supere a la competencia.

- Clientes:

Rta: Los clientes cada día más quieren un producto que superen sus expectativas, por tal razón la empresa debe estar más allá de lo que quiere el comparador para lograr si fidelidad con la organización.

- Área de trabajo:

Rta: Que la empresa herramientas nuevas para facilitar el trabajo, y lograr que la empresa funcione mejor que antes.

- El gerente:

Rta: Es un persona responsable con el manejo de la empresa, todos días busca mejorar la calidad de producto y realizar nuevos diseños para suplir la demanda. Está pendiente de los problemas que se presentan en el área de producción para solucionarlos con el fin que no se retrase la producción como tal.

2. ¿Qué aspectos mejoraría en el área de trabajo?

Rta: Implementar técnicas sobre el proceso de producción, dejando a un lado los métodos empíricos, esto con el fin de que la empresa puede enfrentar a los cambios del entorno y competir con otras empresas dedicadas a la misma actividad económica.

3. ¿Qué aspectos mejoraría de la empresa?

Rta: Que todas las áreas que componen la empresa se manejen de otra manera, utilizando nuevas técnicas con el fin de administrar la organización de manera más fácil y adecuada.

Nombre: Carolina Mahecha

Nombre Cargo: Auxiliar ambiental

Años de labor: 3 años

1. ¿Qué opinión da acerca de?

Rta: La empresa: Mahe- Muebles es una empresa que piensa en el futuro de los recursos naturales, encargándose de utilizar las estibas para la producción de sus productos, además los residuos sólidos que genera la actividad como tal es aprovechado por otros sectores.

Clientes:

Rta: Son personas que además de adquirir un producto de calidad, se están interesando cada día en obtener un bien que ayude con el ambiente.

Rta:

Área de trabajo:

Hay áreas específicas para almacenar el aserrín, viruta chatarra y leña. Logrando la separación de residuos sólidos.

- El gerente:

Rta: Es aquella persona idónea para administrar la empresa, encargándose de todas las áreas y logrando un funcionamiento adecuado de la organización.

2. ¿Qué aspectos mejoraría en el área de trabajo?

Rta: Ninguna.

3. ¿Qué aspectos mejoraría de la empresa?

Rta: Utilizar métodos o estrategias actuales, que ayuden a optimizar mejor la parte ambiental de la organización, basándose en normas que certifiquen estos tipos de tema.

- Anexos B. Tablas datos de ventas años 2009, 2010 y 2011

Ventas de todos los productos año 2009

2009								
Mueble descripción								
Mes	Mesa cuadrada de 50*50 cuatro patas (Corriente)	Mesa cuadrada de 70*70 cuatro patas (Corriente)	Mesa cuadrada de 90*60 cuatro patas (Corriente)	Mesa cuadrada lápiz de 60*60	Mesa cuadrada lápiz de 90*60	Mesa cuadrada de 90*100 cuatro patas (Corriente)	Mesa cuadrada de 60*60 cuatro patas (Corriente)	Juego bar
Enero	12	46	0	0	0	0	0	8
Febrero	0	0	18	0	22	0	0	80
Marzo	0	14	5	6	1	0	0	20
Abril	0	8	4	0	0	15	0	4
Mayo	0	0	6	0	32	0	25	10
Junio	0	0	10	0	0	0	26	8
Julio	0	0	0	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	20	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0	27	0	0	25
Octubre	0	0	0	0	18	0	5	6
Noviembre	0	0	0	0	2	0	5	0
Diciembre	0	0	27	15	0	0	0	17
Total	12	68	70	21	122	15	61	178

Fuente: Autores 2012.

Ventas de todos los productos año 2009

Mes	Butaco lápiz 45 de alto	Butaco lápiz de 80 alto	Butaco lápiz cuadrado 45 de alto	Taburete	Mesa redonda pata de árbol (45* 50)	Butaco con espaldar tapizado 45 alto	Mesa redonda pata de árbol (Diámetro 50)	Juegos bar doble columna
Enero	86		0	64	0	0	0	0
Febrero	185	0	0	162	0	0	0	0
Marzo	28	0	0	321	0	0	0	0
Abril	24	0	0	92	0	0	0	0
Mayo	192	1	23	100	4	0	0	0
Junio	0	6	0	160	0	0	0	0
Julio	126	0	0	278	0	40	14	0
Agosto	147	42	0	80	0	0	0	20
Septiembre	87	13	0	100	0	0	6	0
Octubre	363	26	0	115	0	0	31	0
Noviembre	156	0	32	172	0	0	0	0
Diciembre	130	48	0	96	0	0	0	0
Total	1524	136	55	1740	4	40	51	20

Fuente: Autores 2012.

Ventas de todos los productos año 2010

2010								
Mueble descripción								
Mes	Mesa cuadrada de 60*60 cuatro patas (Corriente)	Mesa cuadrada de 70*70 cuatro patas (Corriente)	Mesa cuadrada de 90*60 cuatro patas (Corriente)	Mesa cuadrada lápiz de 60*60	Mesa cuadrada lápiz de 90*60	Mesa redonda pata de árbol (Diámetro 50)	Mesa cuadrada pata de árbol (60*60)	Juego bar
Enero	0	35	0	0	0	0	0	0
Febrero	20	20	15	6	0	0	0	33
Marzo	0	10	0	0	11	0	0	31
Abril	0	0	10	0	30	0	0	8
Mayo	40	0	0	0	0	0	0	0
Junio	20	0	0	0	0	8	0	70
Julio	0	12	7	0	33	13	0	0
Agosto	0	0	38	0	0	0	0	8
Septiembre	10	11	0	0	0	0	0	0
Octubre	2	1	1	0	10	0	0	0
Noviembre	10	72	23	0	0	0	1	0
Diciembre	0	40	0	0	0	0	0	0
Total	102	201	4	6	84	21	1	150

Fuente: Autores 2012.

Ventas de todos los productos año 2010

Mes	Butaco lápiz 45 de alto	Butaco lápiz de 80 alto	Butaco lápiz cuadrado 45 de alto	Butaco lápiz cuadrado de 80 alto	Taburete
Enero	132	14	0	0	140
Febrero	116	10	0	0	146
Marzo	118	22	0	0	20
Abril	48	0	120	0	96
Mayo	219	4	6	0	61
Junio	114	4	36	0	0
Julio	216	0	6	20	52
Agosto	92	12	0	0	40
Septiembre	223	22	62	2	30
Octubre	64	17	57	0	26
Noviembre	100	6	0	4	64
Diciembre	50	0	0	0	140
Total	1492	111	287	26	815

Fuente: Autores 2012.

Ventas de todos los productos año 2011

2011								
Mueble descripción								
Mes	Mesa cuadrada de 50*50 cuatro patas (Corriente)	Mesa cuadrada de 60*60 cuatro patas (Corriente)	Mesa cuadrada de 90*60 cuatro patas (Corriente)	Mesa cuadrada pata de árbol (70*70)	Mesa redonda pata de árbol (Diámetro 50)	Mesas cuadradas de centro	juego bar	Butaco lápiz 45 de alto
Enero	7	0	0	0	34	16	5	0
Febrero	0	0	0	10	0	10	0	161
Marzo	0	0	25	0	0	0	0	107
Abril	0	0	13	0	0	0	0	141
Mayo	0	0	16	0	153	0	0	90
Junio	5	8	10	28	0	0	20	174
Julio	0	0	0	24	0	0	0	74
Agosto	4	0	30	0	0	0	0	193
Septiembre	0	26	50	5	0	0	6	20
Octubre	12	0	17	0	0	0	10	301
Noviembre	0	0	0	0	0	0	0	0
Diciembre	0	16	2	0	75	50	0	117
Total	28	50	163	67	262	76	41	1378

Fuente: Autores 2012.

Ventas de todos los productos año 2011

Mes	Butaco lápiz torneado 45 alto	Butaco lápiz de 80 alto	Butaco lápiz cuadrado 45 de alto	Butaco lápiz cuadrado de 80 alto	Butaco jarrón tapizado	Butaco jarrón tapa madera	Taburetes
Enero	0	16	16	26	0	0	136
Febrero	201	0	0	4	0	0	24
Marzo	0	20	0	0	0	0	108
Abril	0	25	39	0	0	0	46
Mayo	500	11	21	0	13	0	36
Junio	0	10	0	0	0	0	20
Julio	12	15	0	0	20	100	40
Agosto	0	0	0	0	16	0	160
Septiembre	50	0	0	0	50	0	200
Octubre	0	77	17	0	0	0	46
Noviembre	0	0	0	6	50	0	10
Diciembre	0	6	2		114	0	34
Total	763	180	95	36	263	100	860

Fuente: Autores 2012

- Anexos C. Tiempos

Ver hipervínculos.

[FORMATO DE TIEMPOS BUTACO.xlsx](#)

[FORMATO DE TIEMPOS TABURETE.xlsx](#)

Formato tiempos del Butaco parte inferior

Formato tiempos del Butaco ensamble

Formato tiempos del Taburete parte trasera

Formato tiempos del Taburete asiento

Formato tiempos del Taburete parte delantera

Formato tiempos del Taburete ensamble

Fuente: Autores 2012

- Anexos D.Pronósticos

Suavización exponencial simple - indicadores de promedio Butaco

Medidas de exactitud	
MAPE	64,66
MAD	57,96
MSD	6147,33

Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados suavización exponencial Butaco. 2012

Suavización exponencial simple- pronósticos Butaco.

Período	Pronóstico	Inf	Sup
40	117,21	-24,78	259,22
41	117,21	-24,78	259,22
42	117,21	-24,78	259,22
43	117,21	-24,78	259,22
44	117,21	-24,78	259,22

Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados suavización exponencial Butaco. 2012

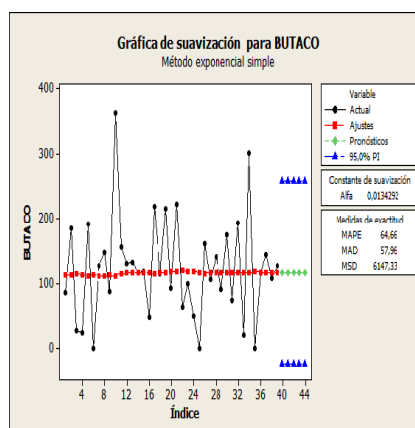
Resultados de Suavización exponencial simple del Butaco

Tiempo	Butaco	Suavizar	Predecir	Error
1	86	113,355	113,727	-27,727
2	185	114,317	113,355	71,645
3	28	113,158	114,317	-86,317
4	24	111,96	113,158	-89,158
5	192	113,035	111,96	80,04
6	0	111,517	113,035	-113,035
7	126	111,712	111,517	14,483
8	147	112,185	111,712	35,288
9	87	111,847	112,185	-25,185
10	363	115,22	111,847	251,153
11	156	115,768	115,22	40,78
12	130	115,959	115,768	14,232
13	132	116,174	115,959	16,041
14	116	116,172	116,174	-0,174
15	118	116,196	116,172	1,828
16	48	115,281	116,196	-68,196
17	219	116,674	115,281	103,719
18	114	116,638	116,674	-2,674

Meses	Taburete	Suavizar	Predecir	Error
19	216	117,972	116,638	99,362
20	92	117,623	117,972	-25,972
21	223	119,038	117,623	105,377
22	64	118,299	119,038	-55,038
23	100	118,053	118,299	-18,299
24	50	117,14	118,053	-68,053
25	0	115,566	117,14	-117,14
26	161	116,177	115,566	45,434
27	107	116,053	116,177	-9,177
28	141	116,388	116,053	24,947
29	90	116,034	116,388	-26,388
30	174	116,812	116,034	57,966
31	74	116,237	116,812	-42,812
32	193	117,268	116,237	76,763
33	20	115,962	117,268	-97,268
34	301	118,447	115,962	185,038
35	0	116,856	118,447	-118,447
36	117	116,858	116,856	0,144
37	144	117,223	116,858	27,142
38	108	117,099	117,223	-9,223
39	126	117,218	117,099	8,901

Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados suavización exponencial Butaco. 2012

Gráfica de suavización exponencial simple Butaco



Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados suavización exponencial Butaco. 2012

Suavización exponencial simple (Taburete)

Suavización exponencial simple - indicadores de promedio Taburete

Medidas de exactitud	
MAPE	108,4
MAD	57,94
MSD	4816,18

Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados suavización exponencial Taburete. 2012

Suavización exponencial simple- pronósticos (Taburete).

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
40	82,7927	-59,1604	224,746
41	82,7927	-59,1604	224,746
42	82,7927	-59,1604	224,746
43	82,7927	-59,1604	224,746
44	82,7927	-59,1604	224,746

Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados suavización exponencial Taburete. 2012

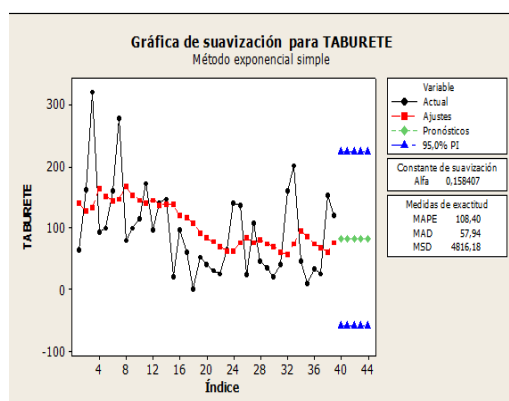
Resultados de Suavización exponencial simple (Taburete)

Meses	Taburete	Suavizar	Predecir	Error
1	64	127,655	139,636	-75,636
2	162	133,095	127,655	34,345
3	321	162,861	133,095	187,905
4	92	151,636	162,861	-70,861
5	100	143,456	151,636	-51,636
6	160	146,077	143,456	16,544
7	278	166,975	146,077	131,923
8	80	153,197	166,975	-86,975
9	100	144,77	153,197	-53,197
10	115	140,054	144,77	-29,77
11	172	145,115	140,054	31,946
12	96	137,335	145,115	-49,115
13	140	137,757	137,335	2,665
14	146	139,063	137,757	8,243
15	20	120,202	139,063	-119,063

Meses	Taburete	Suavizar	Predecir	Error
16	96	116,368	120,202	-24,202
17	61	107,598	116,368	-55,368
18	0	90,553	107,598	-107,598
19	52	84,446	90,553	-38,553
20	40	77,406	84,446	-44,446
21	30	69,896	77,406	-47,406
22	26	62,943	69,896	-43,896
23	64	63,11	62,943	1,057
24	140	75,29	63,11	76,89
25	136	84,907	75,29	60,71
26	24	75,259	84,907	-60,907
27	108	80,445	75,259	32,741
28	46	74,989	80,445	-34,445
29	36	68,813	74,989	-38,989
30	20	61,08	68,813	-48,813
31	40	57,741	61,08	-21,08
32	160	73,94	57,741	102,259
33	200	93,909	73,94	126,06
34	46	86,32	93,909	-47,909
35	10	74,23	86,32	-76,32
36	34	67,857	74,23	-40,23
37	25	61,068	67,857	-42,857
38	154	75,789	61,068	92,932
39	120	82,793	75,789	44,211

Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados suavización exponencial Taburete. 2012

Gráfica suavización exponencial simple (Taburete)



Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados suavización exponencial Taburete. 2012

Suavización exponencial doble

Suavización exponencial doble - indicadores de promedio (Butaco)

Medidas de exactitud	
MAPE	89,37
MAD	78,48
MSD	9102,34

Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados suavización exponencial doble butuco. 2012

Suavización exponencial doble- pronósticos Butaco.

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
40	122,516	-69,751	314,783
41	123,151	-87,089	333,391
42	123,786	-106,32	353,892
43	124,421	-126,996	375,838
44	125,056	-148,781	398,892

Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados suavización exponencial doble butuco. 2012

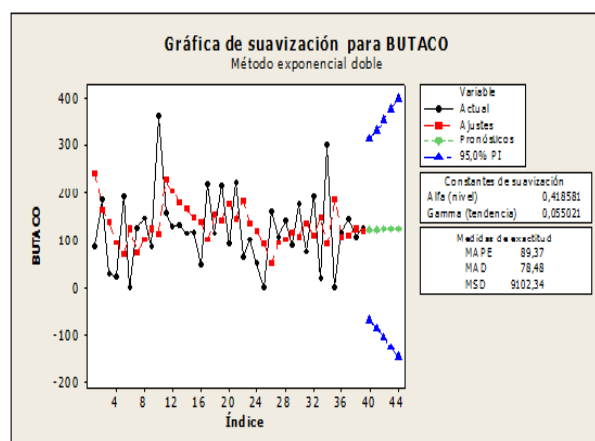
Resultados de suavización exponencial doble (Butaco)

Meses	Butaco	Suavizar	Predecir	Error
1	86	177,508	243,387	-157,387
2	185	172,377	163,29	21,71
3	28	92,78	139,418	-111,418
4	24	66,342	96,826	-72,826
5	192	120,317	68,71	123,29
6	0	72,982	125,525	-125,525
7	126	96,521	75,299	50,701
8	147	119,677	100,006	46,994
9	87	108,654	124,243	-37,243
10	363	217,275	112,363	250,637
11	156	197,139	226,756	-70,756
12	130	173,601	204,991	-74,991
13	132	159,748	179,725	-47,725
14	116	144,358	164,774	-48,774
15	118	135,594	148,26	-30,26

Meses	Taburete	Suavizar	Predecir	Error
16	48	100,792	138,799	-90,799
17	219	150,92	101,906	117,094
18	114	137,681	154,73	-40,73
19	216	172,134	140,554	75,446
20	92	141,272	176,745	-84,745
21	223	177,028	143,931	79,069
22	64	132,321	181,507	-117,507
23	100	119,823	134,094	-34,094
24	50	91,171	120,811	-70,811
25	0	52,635	90,528	-90,528
26	161	96,409	49,907	111,093
27	107	100,744	96,239	10,761
28	141	117,64	100,822	40,178
29	90	106,654	118,644	-28,644
30	174	135,044	106,998	67,002
31	74	110,59	136,932	-62,932
32	193	145,34	111,028	81,972
33	20	94,227	147,666	-127,666
34	301	180,421	93,613	207,387
35	0	107,32	184,583	-184,583
36	117	111,32	107,231	9,769
37	144	125,078	111,456	32,544
38	108	118,444	125,964	-17,964
39	126	121,881	118,916	7,084

Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados suavización exponencial doble butuco. 2012

Gráfica suavización exponencial doble Butaco



Fuente: Minitab® 15.1.30.0. Resultados suavización exponencial doble butuco. 2012

Suavización exponencial doble (Taburete)

Suavización exponencial doble - indicadores de promedio Taburete

Medidas de exactitud	
MAPE	101,4
MAD	62,26
MSD	6559,97

Fuente: Gráfico suavización exponencial doble Taburete. 2012

Suavización exponencial doble- pronósticos Taburete.

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
40	115,6	-36,945	268,145
41	113,287	-80,129	306,704
42	110,975	-126,828	348,778
43	108,662	-175,399	392,724
44	106,35	-225,059	437,759

Fuente: Gráfico suavización exponencial doble Taburete. 2012

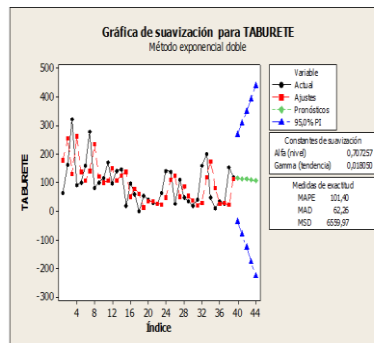
Resultados de suavización exponencial doble (Taburete)

Meses	Taburete	Suavizar	Predecir	Error
1	64	97,642	178,921	-114,921
2	162	189,462	255,809	-93,809
3	321	265,154	130,23	190,77
4	92	142,01	262,831	-170,831
5	100	110,98	137,507	-37,507
6	160	144,191	105,998	54,002
7	278	237,572	139,899	138,101
8	80	125,388	235,043	-155,043
9	100	106,112	120,879	-20,879
10	115	111	101,337	13,663
11	172	152,796	106,4	65,6
12	96	111,525	149,033	-53,033
13	140	130,364	107,085	32,915
14	146	140,246	126,344	19,656

Meses	Taburete	Suavizar	Predecir	Error
15	20	54,098	136,477	-116,477
16	96	82,195	48,842	47,158
17	61	65,842	77,541	-16,541
18	0	17,851	60,977	-60,977
19	52	40,351	12,207	39,793
20	40	38,599	35,215	4,785
21	30	31,032	33,525	-3,525
22	26	25,974	25,912	0,088
23	64	51,37	20,856	43,144
24	140	112,717	46,802	93,198
25	136	128,195	109,339	26,661
26	24	53,613	125,158	-101,158
27	108	90,811	49,284	58,716
28	46	58,07	87,232	-41,232
29	36	41,259	53,965	-17,965
30	20	24,954	36,924	-16,924
31	40	34,263	20,403	19,597
32	160	121,932	29,962	130,038
33	200	176,373	119,291	80,709
34	46	83,694	174,763	-128,763
35	10	30,621	80,44	-70,44
36	34	31,795	26,467	7,533
37	25	25,801	27,737	-2,737
38	154	115,273	21,709	132,291
39	120	117,912	112,869	7,131

Fuente: Gráfico suavización exponencial doble Taburete. 2012

Gráfica suavización exponencial doble taburete



Fuente: Gráfico suavización exponencial doble taburete. 2012

- Anexos E. Planeación de requerimientos de materiales MRP

Pasos para realizar la planeación de requerimiento de materiales (Taburete)

1. Identificación plan maestro (Taburete)

N°	Identificación de la parte	Clase abc	Tipo de material	Unidad de medida	Tamaño del lote	Residuo %	Demanda anual	Costo unitario	Costo de ordenar	Costo de mantener (Anual)	Descripción de la parte
A00	A00	Madera	Unidad		LFL		860	9720	50	1166	Silla
B11	B11	Madera	Unidad		LFL			3200	50	384	Parte Trasera
E22	E22	Madera	Unidad		LFL			1600	50	192	Cuerpo
MP11	MP11	Madera	Pieza		LFL	5		1600	50	192	Madera pino
F22	F22	Madera	Unidad		LFL			1600	50	192	Soportes 1
MP12	MP12	Madera	Pieza		LFL	5		1600	50	192	Madera pino
C11	C11	Madera	Unidad		LFL			3320	50	398	Asiento
MP13	MP13	Madera	Pieza		LFL	5		1600	50	192	Madera pino
TO	TO	Drywall	Unidad		LFL			30	50	14	Tornillos
D11	D11	Madera	Unidad		LFL			3200	50	384	Parte trasera
G22	G22	Madera	Unidad		LFL			1600	50	192	Soportes 2
MP14	MP14	Madera	Pieza		LFL	5		1600	50	192	Madera pino
H22	H22	Madera	Unidad		LFL			1600	50	192	Soportes 3
MP15	MP15	Madera	Pieza		LFL	5		1600	50	192	Madera pino

Fuentes: Autores 2012.

2. Lista de materiales

Lista de materiales 2 (Taburete)

Identificación de la parte	Identificación del componente / uso	Identificación del componente / uso	Identificación del componente / uso
A00	B11	C11	D11
B11	E22	F22	
E22	MP11		
MP11			
F22	MP12		
MP12			
C11	MP13	TO	
MP13			
TO			
D11	G22	H22	
G22	MP14		
MP14			
H22	MP15		
MP15			

Fuente: Autores 2012

3. Programa maestro de producción
Programa maestro de producción (Taburete)

Ítem id	Atrasado	Requisito mes 1	Requisito Mes 2	Requisito mes 3	Requisito mes 4	Requisito mes 5
A00		118	118		118	118
B11		118	118	118	118	118
E22		118	118	118	118	118
MP11		118	118	118	118	118
F22		118	118	118	118	118
MP12		118	118	118	118	118
C11		118	118	118	118	118
MP13		236	236	236	236	236
TO		472	472	472	472	472
D11		118	118	118	118	118
G22		118	118	118	118	118
MP14		118	118	118	118	118
H22		118	118	118	118	118
MP15		118	118	118	118	118

Fuente: Autores 2012

4. PASO (Inventario)
Inventario Taburete

Identificación del elemento	Stock de seguridad
A00	119
B11	
E22	
MP11	
F22	
MP12	
C11	
MP13	
TO	
D11	
G22	
MP14	
H22	
MP15	

Fuente: Autores 2012.

Stock de seguridad= $Z * s$

S: desviación estándar muestra (72,03)

Z: Distribución normal (1,65)

Stock de seguridad= $1,65 * 72,03 = 1187,84 \approx 119$ butucos lápiz

1. Capacidad Taburete

Capacidad Butaco

Identificación del elemento	Mes 1 capacidad	Mes 2 capacidad	Mes 3 capacidad	Mes 4 capacidad	Mes 5 capacidad
A00	M	M	M	M	M
B11	M	M	M	M	M
E22	M	M	M	M	M
MP11	M	M	M	M	M
F22	M	M	M	M	M
MP12	M	M	M	M	M
C11	M	M	M	M	M
MP13	M	M	M	M	M
TO	M	M	M	M	M
D11	M	M	M	M	M
G22	M	M	M	M	M
MP14	M	M	M	M	M
H22	M	M	M	M	M
MP15	M	M	M	M	M

Fuente: Autores 2012.

Resumen del reporte del MRP por estrategia (Butaco)

Estrategia	Código parte	Espera	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
LFL (Lote por lote)	AO	130	83	83	83	83	83	545
	B1	130	166	166	166	166	166	960
	D2	130	249	249	249	249	249	1.375
	MP1	137	436	436	436	436	436	2.315
	E2	130	249	249	249	249	249	1.375
	MP2	137	349	349	349	349	349	1.880
	C1	130	166	166	166	166	166	960
	F2	130	249	249	249	249	249	1.375
	MP3	137	523	523	523	523	523	2.751
	TO	130	498	498	498	498	498	2.620
	G2	130	249	249	249	249	249	1.375
	MP4	137	436	436	436	436	436	2.315
EOQ (Cantidad económica de pedido)	AO	132	85	85	85	76	85	547
	B1	132	168	168	168	159	168	962
	D2	132	251	251	251	242	251	1.377
	MP1	139	438	438	438	428	438	2.318
	E2	132	251	251	251	242	251	1.377
	MP2	139	351	351	351	341	351	1.882
	C1	132	168	168	168	159	168	962
	F2	132	251	251	251	242	251	1.377
	MP3	139	525	525	525	515	525	2.754
	TO	132	500	500	500	491	500	2.622
	G2	132	251	251	251	242	251	1.377
	MP4	139	438	438	438	428	438	2.318

Resumen del reporte del MRP por estrategia (Butaco)

POQ (Cantidad fija de pedido)	AO	-	130	83	83	83	83	462
	B1	-	213	166	166	166	166	877
	D2	-	296	249	249	249	249	1.292
	MP1	-	485	436	436	436	436	2.228
	E2	-	296	249	249	249	249	1.292
	MP2	-	398	349	349	349	349	1.792
	C1	-	213	166	166	166	166	877
	F2	-	296	249	249	249	249	1.292
	MP3	-	572	523	523	523	523	2.664
	TO	-	545	498	498	498	498	2.537
	G2	-	296	249	249	249	249	1.292
	MP4	-	485	436	436	436	436	2.228

Resumen del reporte del MRP por estrategia (Butaco)

(PPB) Algoritmo balanceo parte- período	AO	-	130	83	83	83	83	462
	B1	-	213	166	166	166	166	877
	D2	-	296	249	249	249	249	1.292
	MP1	-	485	436	436	436	436	2.228
	E2	-	296	249	249	249	249	1.292
	MP2	-	398	349	349	349	349	1.792
	C1	-	213	166	166	166	166	877
	F2	-	296	249	249	249	249	1.292
	MP3	-	572	523	523	523	523	2.664
	TO	-	545	498	498	498	498	2.537
	G2	-	296	249	249	249	249	1.292
	MP4	-	485	436	436	436	436	2.228

Fuente: Tomado y adaptado autores, 2012.

Costos por técnica de órdenes planeadas Butaco.

Estrategia	5 períodos				
	código parte	Costo de ordenar total	Costo de mantener Total	Costo Unitario total	Costo total
LFL (Lote por lote)	AO	300	100.554,99	7.025.050	7.125.905
	B1		0	4.608.000	4.608.300
	D2		0	4.400.000	4.400.300
	MP1		5.603,99	3.704.399,75	3.710.303,75
	E2		0	2.200.000	2.200.300
	MP2		4.607,99	3.007.199,75	3.012.107,75
	C1		0	7.766.400	7.766.700
	F2		0	6.723.750	6.724.050
	MP3		6.599,99	4.401.600	4.408.500
	TO		0	235.800	236.100
	G2		0	4.400.000	4.400.300
	MP4		5.603,99	3.704.399,75	3.710.303,75

Fuente: Tomado y adaptado autores, 2012

Costos por técnica de órdenes planeadas Butaco

EOQ (Cantidad económica de pedido)	AO	300	103.525,68	7.056.029	7.159.855
	B1		0	4.619.536	4.619.836
	D2		0	4.407.691	4.407.991
	MP1		5.622,43	3.708.437	3.714.359,75
	E2		0	2.203.845	2.204.145
	MP2		4.626,43	3.011.237	3.016.163,75
	C1		0	7.785.843	7.786.143
	F2		0	6.735.502	6.735.802
	MP3		6.618,43	4.405.638	4.412.556
	TO		0	236.016	236.316
	G2		0	4.407.691	4.407.991
	MP4		5.622,43	3.708.437	3.714.359,75
POQ (Cantidad fija de pedido)	AO	250	30.295,42	5.955.180	5.985.725,50
	B1		0	4.209.600	4.209.850
	D2		0	4.134.400	4.134.650
	MP1		5.167,99	3.564.960	3.570.377,75
	E2		0	2.067.200	2.067.450
	MP2		4.171,99	2.867.760	2.872.182
	C1		0	7.094.930	7.095.180
	F2		0	6.317.880	6.318.130
	MP3		6.163,99	4.262.160	4.268.574
	TO		0	228.330	228.580
	G2		0	4.134.400	4.134.650
	MP4		5.167,99	3.564.960	3.570.377,75

Costos por técnica de órdenes planeadas Butaco

(PPB) Algoritmo balanceo parte- período	AO	200	121.955,16	7.025.050	7.147.205
	B1		7.968	4.608.000	4.616.168
	D2		5.312	4.400.000	4.405.512
	MP1		11.579,99	3.704.400	3.716.180
	E2		2.656	2.200.000	2.202.856
	MP2		7.795,19	3.007.200	3.015.195
	C1		13.432,17	7.766.400	7.780.032
	F2		8.120,17	6.723.750	6.732.070
	MP3		15.364,79	4.401.600	4.417.165
	TO		456,5	235.800	236.456,50
	G2		5.312	4.400.000	4.405.512
	MP4		11.579,99	3.704.400	3.716.180

Fuente: Tomado y adoptado Autores, 2012.

Reporte Mediante la técnica de pedido fijo (Taburete).

Ítem A0	Atrasado	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 4	mes 5
	Producto final	LT = 0	SS = 119	LS = POQ	UM = UNIDAD	ABC = A00	Total
Requerimiento bruto	0	118	118	118	118	118	590
Recepción programada	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	1	1	1	1	1	
Requerimiento neto	119	118	118	118	118	118	709
Recibo de pedidos planeados	0	119	118	118	118	118	591
Emisión de pedidos	0	119	118	118	118	118	591

Fuente: Tomado y adoptado Autores, 2012.

Reporte mediante la técnica de pedido fijo (Taburete).

Ítem: B11	Atrasado	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 4	mes 5
	Parte Trasera	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UNIDAD	ABC = B11	Total
Requerimiento bruto	0	237	236	236	236	236	1.181
Recepción programada	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	0	0	0	0	0	
Requerimiento neto	0	237	236	236	236	236	1.181
Recibo de pedidos planeados	0	237	236	236	236	236	1.181
Emisión de pedidos	0	237	236	236	236	236	1.181
Ítem: E22	Atrasado	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 4	mes 5
	Cuerpo	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UNIDAD	ABC = E22	Total
Requerimiento bruto	0	355	354	354	354	354	1.771
Recepción programada	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	0	0	0	0	0	
Requerimiento neto	0	355	354	354	354	354	1.771
Recibo de pedidos planeados	0	355	354	354	354	354	1.771
emisión de pedidos	0	355	354	354	354	354	1.771

Fuente: Tomado y adoptado Autores, 2012.

Reporte mediante la técnica de pedido fijo (Taburete).

Ítem: MP11	Atrasado	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 4	mes 5
	Madera pino	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = PIEZA	ABC = MP11	Total
Requerimiento bruto	0	473	472	472	472	472	2.361
Recepción programada	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	23,65	47,25	70,9	94,45	118,05	
Requerimiento neto	0	496,7	495,6	496	495,6	495,6	2.479,05
Recibo de pedidos planeados	0	496,7	495,6	496	495,6	495,6	2.479,05
Emisión de pedidos	0	496,7	495,6	496	495,6	495,6	2.479,05
Ítem: F22	Atrasado	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 4	mes 5
	Soportes 1	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UNIDAD	ABC = F22	Total
Requerimiento bruto	0	355	354	354	354	354	1.771
recepción programada	0	0	0	0	0	0	0
disponible	0	0	0	0	0	0	
Requerimiento neto	0	355	354	354	354	354	1.771
recibo de pedidos planeados	0	355	354	354	354	354	1.771
emisión de pedidos	0	355	354	354	354	354	1.771

Reporte mediante la técnica de pedido fijo (Taburete).

Ítem: MP12	Atrasado	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 4	mes 5
	Madera pino	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = PIEZA	ABC = MP12	Total
Requerimiento bruto	0	473	472	472	472	472	2.361
Recepción programada	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	23,65	47,25	70,9	94,45	118,05	
Requerimiento neto	0	496,7	495,6	496	495,6	495,6	2.479,05
Recibo de pedidos planeados	0	496,7	495,6	496	495,6	495,6	2.479,05
Emisión de pedidos	0	496,7	495,6	496	495,6	495,6	2.479,05
Ítem: C11	Atrasado	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 4	mes 5
	Asiento	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UNIDAD	ABC = C11	Total
Requerimiento bruto	0	237	236	236	236	236	1.181
Recepción programada	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	0	0	0	0	0	
Requerimiento neto	0	237	236	236	236	236	1.181
Recibo de pedidos planeados	0	237	236	236	236	236	1.181
Emisión de pedidos	0	237	236	236	236	236	1.181

Reporte mediante la técnica de pedido fijo (Taburete).

Ítem: MP13	Atrasado	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 4	mes 5
	Madera pino	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = PIEZA	ABC = MP13	Total
Requerimiento bruto	0	473	472	472	472	472	2.361
Recepción programada	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	23,65	47,25	70,9	94,45	118,05	
Requerimiento neto	0	496,7	495,6	496	495,6	495,6	2.479,05
Recibo de pedidos planeados	0	496,7	495,6	496	495,6	495,6	2.479,05
Emisión de pedidos	0	496,7	495,6	496	495,6	495,6	2.479,05
Ítem: TO	Atrasado	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 4	mes 5
	Tornillos	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UNIDAD	ABC = TO	Total
Requerimiento bruto	0	709	708	708	708	708	3.541
Recepción programada	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	0	0	0	0	0	
Requerimiento neto	0	709	708	708	708	708	3.541
Recibo de pedidos planeados	0	709	708	708	708	708	3.541
Emisión de pedidos	0	709	708	708	708	708	3.541

Reporte mediante la técnica de pedido fijo (Taburete).

Ítem: D11	Atrasado	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 4	mes 5
	Parte trasera	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UNIDAD	ABC = D11	Total
Requerimiento bruto	0	237	236	236	236	236	1.181
Recepción programada	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	0	0	0	0	0	
Requerimiento neto	0	237	236	236	236	236	1.181
Recibo de pedidos planeados	0	237	236	236	236	236	1.181
Emisión de pedidos	0	237	236	236	236	236	1.181
Ítem: G22	Atrasado	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 4	mes 5
	Soportes 2	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UNIDAD	ABC = G22	Total
Requerimiento bruto	0	355	354	354	354	354	1.771
Recepción programada	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	0	0	0	0	0	
Requerimiento neto	0	355	354	354	354	354	1.771
Recibo de pedidos planeados	0	355	354	354	354	354	1.771
Emisión de pedidos	0	355	354	354	354	354	1.771

Fuente: Tomado y adoptado Autores, 2012.

Reporte mediante la técnica de pedido fijo (Taburete).

Ítem: MP14	Atrasado	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 4	mes 5
	Madera pino	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = PIEZA	ABC = MP14	Total
Requerimiento bruto	0	473	472	472	472	472	2.361
Recepción programada	0	0	0	0	0	0	0
Disponible	0	23,65	47,25	70,9	94,45	118,05	
Requerimiento neto	0	496,7	495,6	496	495,6	495,6	2.479,05
Recibo de pedidos planeados	0	496,7	495,6	496	495,6	495,6	2.479,05
Emisión de pedidos	0	496,7	495,6	496	495,6	495,6	2.479,05
Ítem: H22	Atrasado	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 4	mes 5
	Soportes 3	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = UNIDAD	ABC = H22	Total
Requerimiento bruto	0	355	354	354	354	354	1.771
recepción programada	0	0	0	0	0	0	0
disponible	0	0	0	0	0	0	
Requerimiento neto	0	355	354	354	354	354	1.771
recibo de pedidos planeados	0	355	354	354	354	354	1.771
emisión de pedidos	0	355	354	354	354	354	1.771

Reporte mediante la técnica de pedido fijo (Taburete).

Ítem: MP15	Atrasado	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 4	mes 5
	Madera pino	LT = 0	SS = 0	LS = POQ	UM = PIEZA	ABC = MP15	Total
Requerimiento bruto	0	473	472	472	472	472	2.361
recepción programada	0	0	0	0	0	0	0
disponible	0	23,65	47,25	70,9	94,45	118,05	
Requerimiento neto	0	496,7	495,6	496	495,6	495,6	2.479,05
recibo de pedidos planeados	0	496,7	495,6	496	495,6	495,6	2.479,05
emisión de pedidos	0	496,7	495,6	496	495,6	495,6	2.479,05

Fuente: Tomado y adoptado Autores, 2012

Resumen del reporte del MRP por estrategia (Taburete)

Estrategia	código parte	Espera	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Total
LFL (Lote por lote)	A00	119	118	118	118	118	118	709
	B11	119	236	236	236	236	236	1299
	E22	119	354	354	354	354	354	1889
	MP11	125	496	496	496	496	496	2603
	F22	119	354	354	354	354	354	1889
	MP12	125	496	496	496	496	496	2603
	C11	119	236	236	236	236	236	1299
	MP13	125	496	496	496	496	496	2603
	TO	119	708	708	708	708	708	3659
	D11	119	236	236	236	236	236	1299
	G22	119	354	354	354	354	354	1889
	MP14	125	496	496	496	496	496	2603
	H22	119	354	354	354	354	354	1889
	MP15	125	496	496	496	496	496	2603
EOQ (Cantidad económica de pedido)	A00	120	120	120	120	112	120	713
	B11	120	238	238	238	230	238	1303
	E22	120	356	356	356	348	356	1893
	MP11	126	498	498	498	489	498	2607
	F22	120	356	356	356	348	356	1893
	MP12	126	498	498	498	489	498	2607
	C11	120	238	238	238	230	238	1303
	MP13	126	498	498	498	489	498	2607
	TO	120	710	710	710	702	710	3663
	D11	120	238	238	238	230	238	1303
	G22	120	356	356	356	348	356	1893
	MP14	126	498	498	498	489	498	2607
	H22	120	356	356	356	348	356	1893
	MP15	126	498	498	498	489	498	2607

Fuente: Tomado y adoptado Autores, 2012.

Resumen del reporte del MRP por estrategia (Taburete)

POQ (Cantidad fija de pedido)	A00	0	119	118	118	118	118	591
	B11	0	237	236	236	236	236	1181
	E22	0	355	354	354	354	354	1771
	MP11	0	497	496	496	496	496	2479
	F22	0	355	354	354	354	354	1771
	MP12	0	497	496	496	496	496	2479
	C11	0	237	236	236	236	236	1181
	MP13	0	497	496	496	496	496	2479
	TO	0	709	708	708	708	708	3541
	D11	0	237	236	236	236	236	1181
	G22	0	355	354	354	354	354	1771
	MP14	0	497	496	496	496	496	2479
	H22	0	355	354	354	354	354	1771
	MP15	0	497	496	496	496	496	2479
(PPB) Algoritmo balanceo parte-período	A00	237	0	236	0	118	118	709
	B11	355	0	472	0	236	236	1299
	E22	473	0	708	0	354	354	1889
	MP11	621	0	991	0	496	496	2603
	F22	473	0	708	0	354	354	1889
	MP12	621	0	991	0	496	496	2603
	C11	355	0	472	0	236	236	1299
	MP13	621	0	991	0	496	496	2603
	TO	827	0	1416	0	708	708	3659
	D11	355	0	472	0	236	236	1299
	G22	473	0	708	0	354	354	1889
	MP14	621	0	991	0	496	496	2603
	H22	473	0	708	0	354	354	1889
	MP15	621	0	991	0	496	496	2603

Fuente: Tomado y adoptado Autores 2012

Resumen de los respectivos costos por técnica de órdenes planeadas

Costos por técnica de órdenes planeadas Taburete.

Estrategia	5 períodos				
	Código parte	Costo de ordenar total	Costo de mantener Total	Costo Unitario total	Costo total
LFL (Lote por lote)	A00	300	69.377	6.891.480	6.961.157
	B11		0	4.156.800	4.157.100
	E22		0	3.022.400	3.022.700
	MP11		6.235,19	4.164.719,75	4.171.255
	F22		0	3.022.400	3.022.700
	MP12		6.235,19	4.164.719,75	4.171.255
	C11		0	4.312.680	4.312.980
	MP13		6.235,19	4.164.719,75	4.171.255
	TO		0	109.770	110.070
	D11		0	4.156.800	4.157.100
	G22		0	3.022.400	3.022.700
	MP14		6.235,19	4.164.719,75	4.171.255
	H22		0	3.022.400	3.022.700
	MP15		6.235,19	4.164.719,75	4.171.255

Fuente: Tomado y adoptado Autores, 2012.

Costos por técnica de órdenes planeadas Taburete.

EOQ(Cantidad económica de pedido)	A00	300	71.684	6.928.582	7.000.566
	B11		0	4.169.015	4.169.315
	E22		0	3.028.507	3.028.807
	MP11		6.254	4.171.133	4.177.687
	F22		0	3.028.507	3.028.807
	MP12		6.254	4.171.133	4.177.687
	C11		0	4.325.353	4.325.653
	MP13		6.254	4.171.133	4.177.687
	TO		0	109.885	110.185
	D11		0	4.169.015	4.169.315
	G22		0	3.028.507	3.028.807
	MP14		6.254	4.171.133	4.177.687
	H22		0	3.028.507	3.028.807
	MP15		6.254	4.171.133	4.177.687
POQ (Cantidad fija de pedido)	A00	250	486	5.744.520	5.745.256
	B11		0	3.779.200	3.779.450
	E22		0	2.833.600	2.833.850
	MP11		5.668	3.966.480	3.972.398
	F22		0	2.833.600	2.833.850
	MP12		5.668	3.966.480	3.972.398
	C11		0	3.920.920	3.921.170
	MP13		5.668	3.966.480	3.972.398
	TO		0	106.230	106.480
	D11		0	3.779.200	3.779.450
	G22		0	2.833.600	2.833.850
	MP14		5.668	3.966.480	3.972.398
	H22		0	2.833.600	2.833.850
	MP15		5.668	3.966.480	3.972.398

Fuente: Tomado y adoptado Autores, 2012.

Costos por técnica de órdenes planeadas Taburete.

(PPB) Algoritmo balanceo parte- período	A00	200	92.308,34	6.891.480	6.983.988,50
	B11		7.552	4.156.800	4.164.552
	E22		3.776	3.022.400	3.026.376
	MP11		10.766,39	4.164.719,75	4.175.686,25
	F22		3.776	3.022.400	3.026.376
	MP12		10.766,39	4.164.719,75	4.175.686,25
	C11		7.827,33	4.312.680	4.320.707,50
	MP13		14.542,39	4.164.719,75	4.179.462,25
	TO		1.101,33	109.770	111.071,34
	D11		7.552	4.156.800	4.164.552
	G22		3.776	3.022.400	3.026.376
	MP14		10.766,39	4.164.719,75	4.175.686,25
	H22		3.776	3.022.400	3.026.376
	MP15		10.766,39	4.164.719,75	4.175.686,25

Fuente: Tomado y adoptado Autores, 2012.

- Anexos F. Planeación agregada

Información para la planeación agregada (Taburete)

Taburete	Meses				
	período 1	período 2	período 3	período 4	período 5
Descripción					
capacidad de predicción de la demanda	118	118	118	118	118
Número de empleados iniciales	2				
Capacidad de tiempo regular en horas por empleados	184	200	192	192	192
Bajo costo por hora	3373	3373	3373	3373	3373
Horas extras por hora	3373	3373	3373	3373	3373
Horas máximas trabajadas por mes	8	8	8	8	8
Costo de horas extras	4000	4000	4000	4000	4000
Costo de tener un empleado	566700	566700	566700	566700	566700
Costo de despedir un empleado	639900	639900	639900	639900	639900
Inventario inicial (+) pedido permitido					
Máximo inventario permitido					
Mínimo inventario final (Stock de seguridad)					
Costo de mantener el inventario	97	97	97	97	97
Máxima subcontratación permitida	25	25	25	25	25
Costo de subcontratación unitaria	35000	35000	35000	35000	35000
Otro costo de producción unitario	0	0	0	0	0
Capacidad de requerimiento en horas por unidad	3	3	3	3	3

Fuente: Autores 2012.

Información para la planeación agregada (Butaco + Taburete)

Taburete + Butaco	Meses				
Descripción	período 1	período 2	período 3	período 4	período 5
Capacidad de predicción de la demanda	201	201	201	201	201
Número de empleados iniciales	4				
Capacidad de tiempo regular en horas por empleados	184	200	192	192	192
Bajo costo por hora	3373	3373	3373	3373	3373
Horas extras por hora	3373	3373	3373	3373	3373
Horas máximas trabajadas por mes	8	8	8	8	8
Costo de horas extras	4000	4000	4000	4000	4000
Costo de tener un empleado	566700	566700	566700	566700	566700
Costo de despedir un empleado	639900	639900	639900	639900	639900
Inventario inicial (+) pedido permitido					
Máximo inventario permitido					
Mínimo inventario final (Stock de seguridad)					
Costo de mantener el inventario	110	110	110	110	110
Máxima subcontratación permitida	25	25	25	25	25
Costo de subcontratación unitaria	31150	31150	31150	31150	31150
Otro costo de producción unitario	0	0	0	0	0
Capacidad de requerimiento en horas por unidad	2	2	2	2	2

Fuente: Autores 2012.

- Anexos G. Programación

Datos suministrados al programa para programación individual con tiempos unitarios

Butaco

Número de trabajos: 4

Número de máquinas: 9

Número de operaciones máximas: 6

Máquinas:

1. Sierra
2. Planeadora
3. Sin fin
4. Taladro de árbol
5. Pulidora
6. Torno
7. Lijadora de banco 1
8. Lijadora de banco 2
9. Ruteadora

Datos para programación de la producción del Butaco con tiempos unitarios

	Operació n 1	Operació n 2	Operació n 3	Operació n 4	Operació n 5	Operació n 6
Trabajo 1	6/1	2/2	2/3	4/4	3/7	3/9
Trabajo 2	16/1	7/2	3/3	4/4	2/5	3/9
Trabajo 3	23/1	4/2	2/4	4/6	1/8	
Trabajo 4	12/1	7/2	4/4	10/6	4/8	

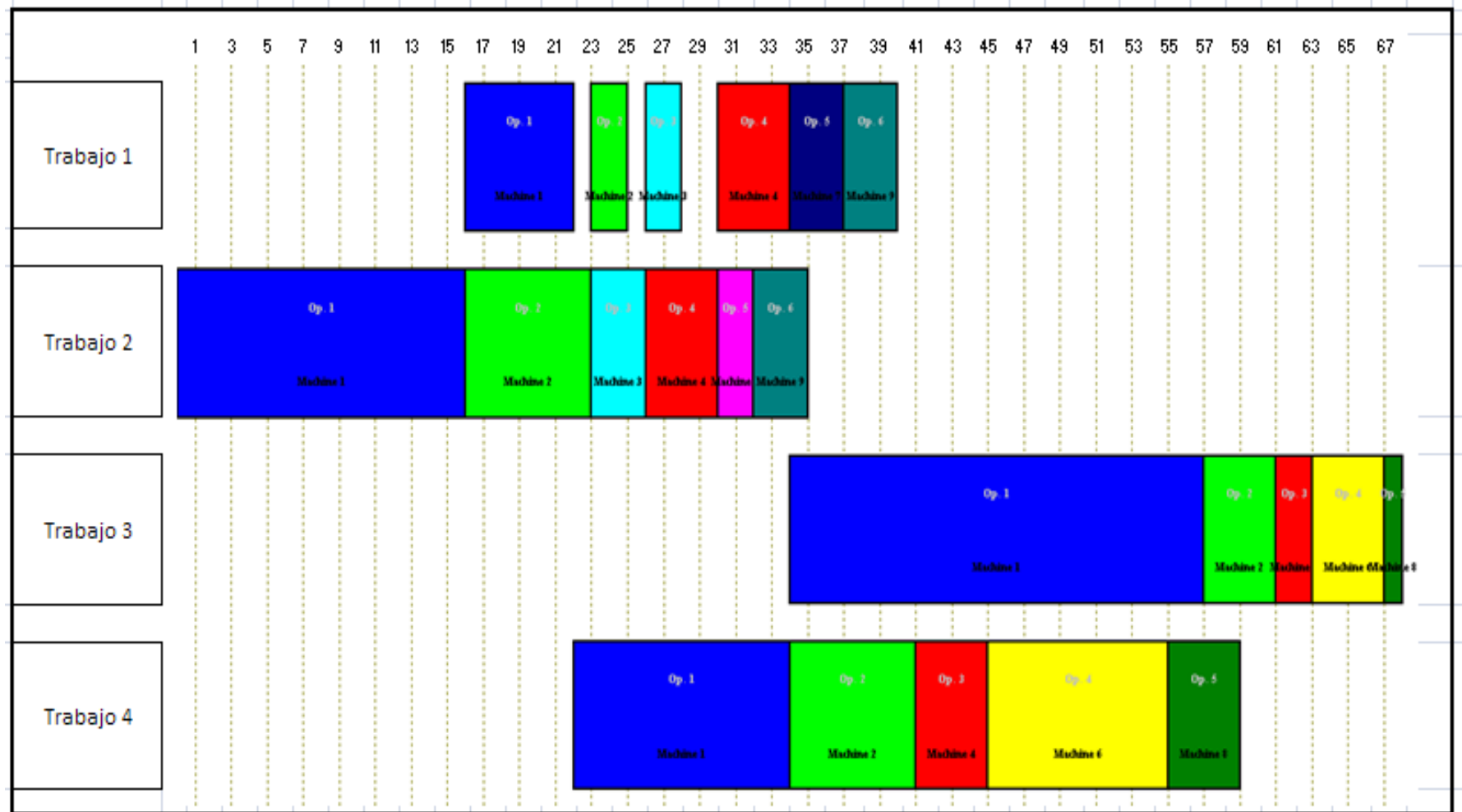
Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Resultados para programación de la producción del Butaco con tiempos unitarios

	Trabajo	Operación	En la máquina	Proceso	Tiempo de inicio	Tiempo final
1	Trabajo 1	1	Máquina 1	6	16	22
2	Trabajo 1	2	Máquina 2	2	23	25
3	Trabajo 1	3	Máquina 3	2	26	28
4	Trabajo 1	4	Máquina 4	4	30	34
5	Trabajo 1	5	Máquina 7	3	34	37
6	Trabajo 1	6	Máquina 9	3	37	40
7	Trabajo 2	1	Máquina 1	16	0	16
8	Trabajo 2	2	Máquina 2	7	16	23
9	Trabajo 2	3	Máquina 3	3	23	26
10	Trabajo 2	4	Máquina 4	4	26	30
11	Trabajo 2	5	Máquina 5	2	30	32
12	Trabajo 2	6	Máquina 9	3	32	35
13	Trabajo 3	1	Máquina 1	23	34	57
14	Trabajo 3	2	Máquina 2	4	57	61
15	Trabajo 3	3	Máquina 4	2	61	63
16	Trabajo 3	4	Máquina 6	4	63	67
17	Trabajo 3	5	Máquina 8	1	67	68
18	Trabajo 4	1	Máquina 1	12	22	34
19	Trabajo 4	2	Máquina 2	7	34	41
20	Trabajo 4	3	Máquina 4	4	41	45
21	Trabajo 4	4	Máquina 6	10	45	55
22	Trabajo 4	5	Máquina 8	4	55	59

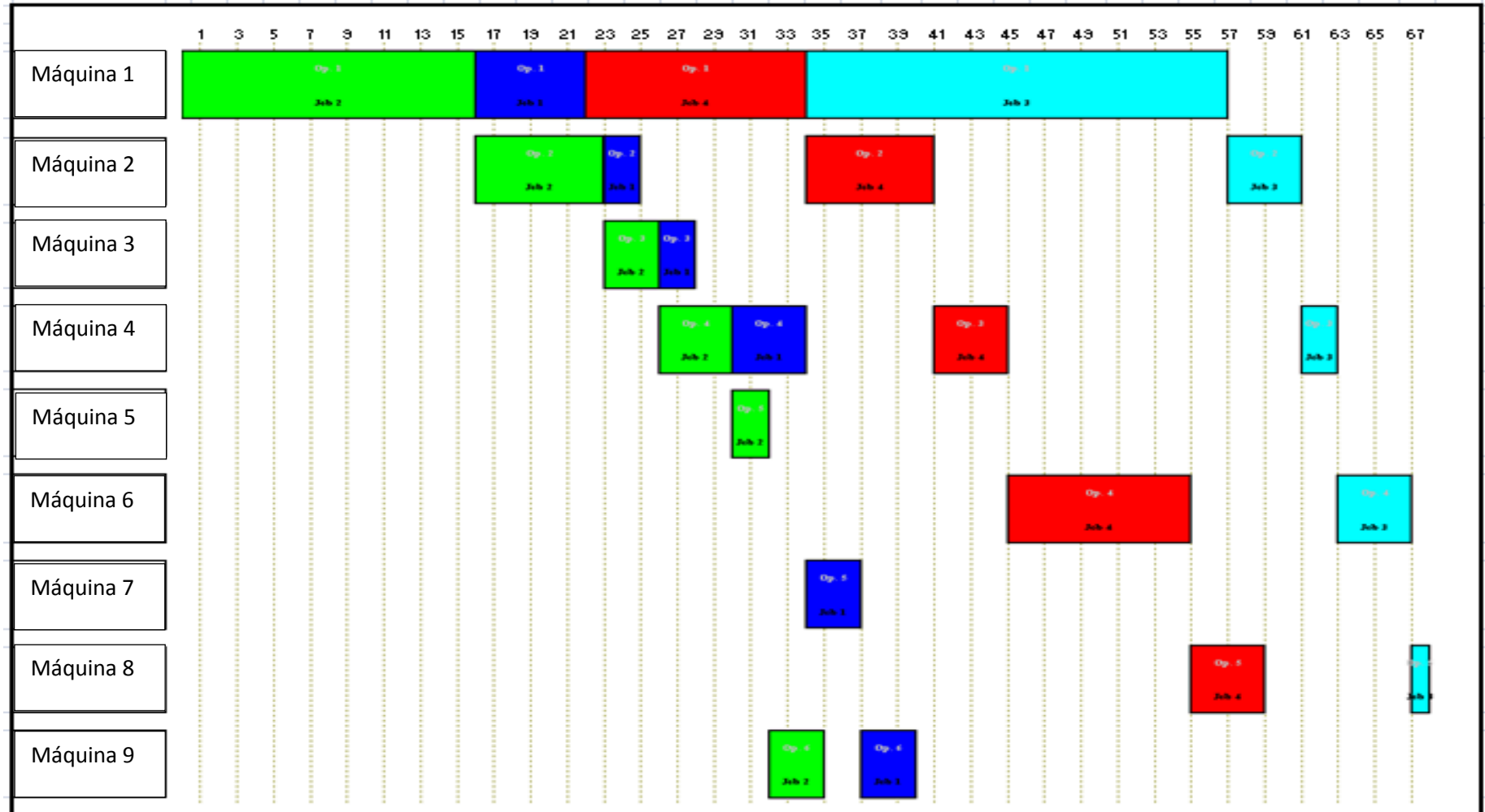
Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Diagrama por trabajo para programación de la producción del Butaco con tiempos unitarios



Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Gráfico por máquina para programación de la producción del Butaco con tiempos unitarios



Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

TABURETE

Número de trabajos: 4

Número de máquinas: 6

Número de operaciones máximas: 4

1. Sierra
2. Planeadora
3. Sin fin
4. Taladro de árbol
5. Pulidora
6. Lijadora de banco 2

Datos para programación de la producción del Taburete con tiempos unitarios

	Operación 1	Operación 2	Operación 3	Operación 4
Trabajo 1	17/1	3/2	4/3	4/6
Trabajo 2	2/1	2/3	2/5	
Trabajo 3	3/1	3/2	3/4	4/6
Trabajo 4	29/1	2/4	6/6	

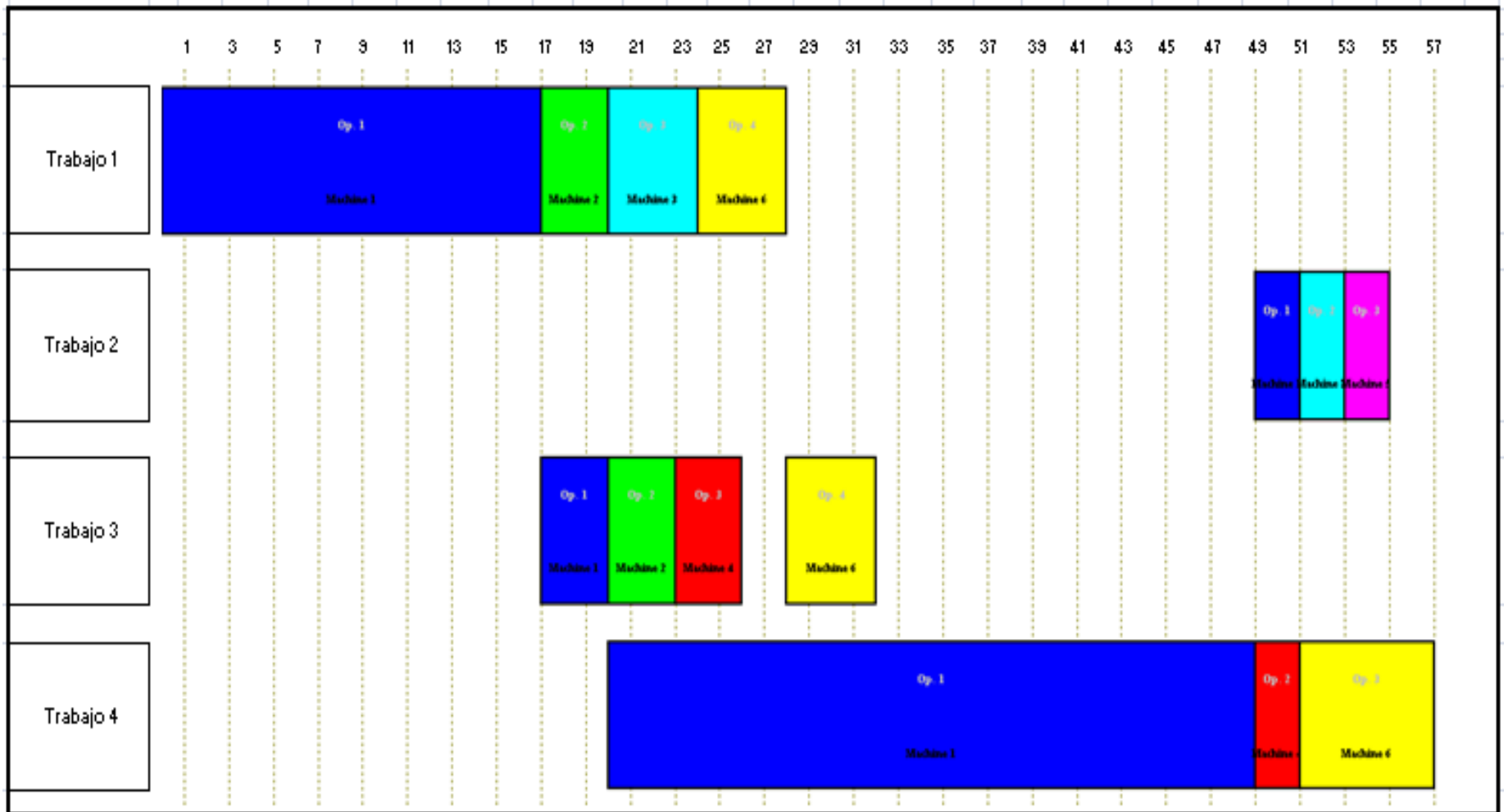
Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Resultados para programación de la producción del Taburete con tiempos unitarios

	Trabajo	Operación	En la máquina	Tiempo proceso	del tiempo inicio	Tiempo de final
1	Trabajo 1	1	Máquina 1	17	0	17
2	Trabajo 1	2	Máquina 2	3	17	20
3	Trabajo 1	3	Máquina 3	4	20	24
4	Trabajo 1	4	Máquina 6	4	24	28
5	Trabajo 2	1	Máquina 1	2	49	51
6	Trabajo 2	2	Máquina 3	2	51	53
7	Trabajo 2	3	Máquina 5	2	53	55
8	Trabajo 3	1	Máquina 1	3	17	20
9	Trabajo 3	2	Máquina 2	3	20	23
10	Trabajo 3	3	Máquina 4	3	23	26
11	Trabajo 3	4	Máquina 6	4	28	32
12	Trabajo 4	1	Máquina 1	29	20	49
13	Trabajo 4	2	Máquina 4	2	49	51
14	Trabajo 4	3	Máquina 6	6	51	57

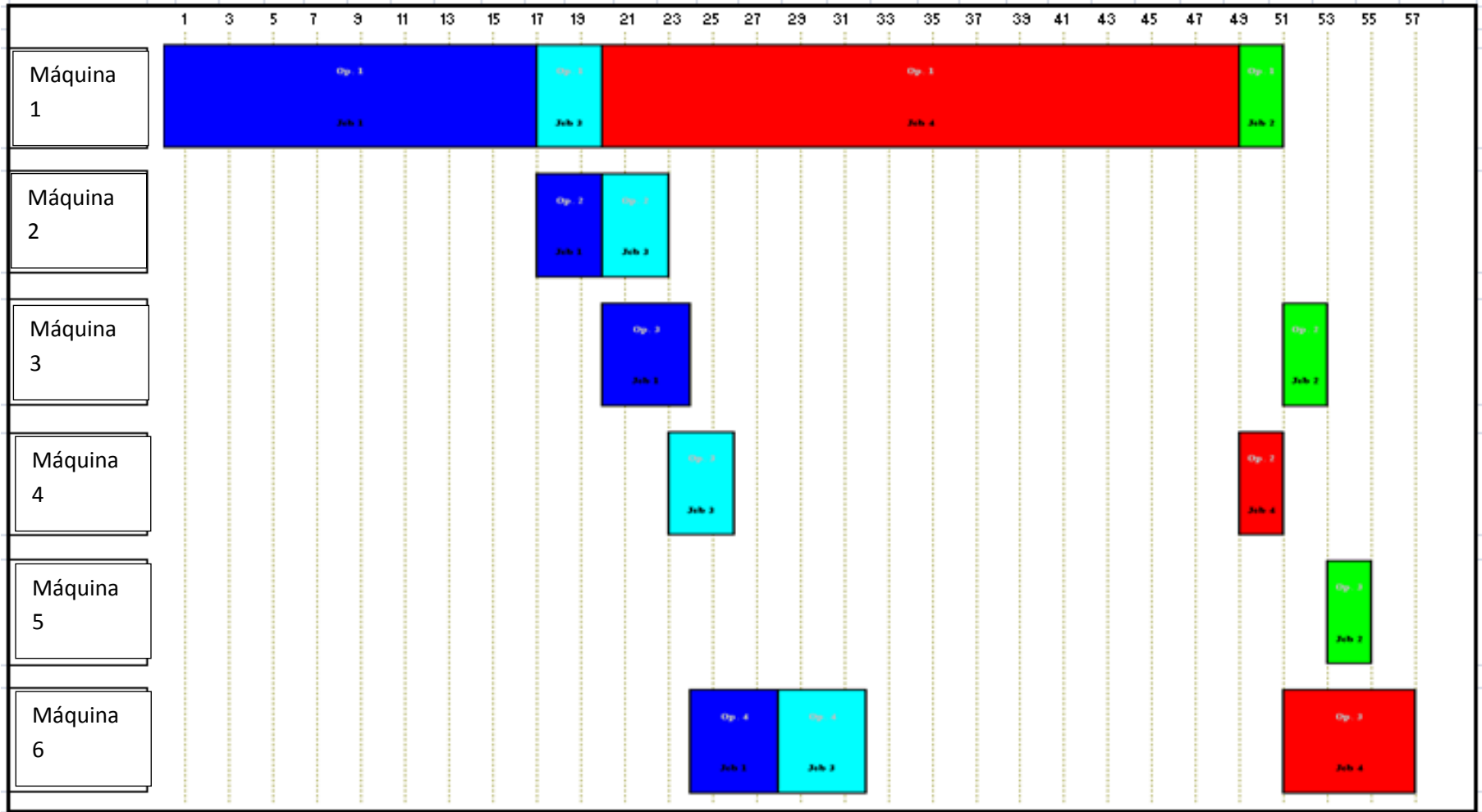
Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB.

Diagrama por trabajo para programación de la producción del Taburete con tiempos unitarios



Fuente: Resultados obtenidos programaWinQSB. 2012

Diagrama por máquina para programación de la producción del Taburete con tiempos unitarios



Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Datos suministrados al programa para programación individual con tiempos para el total de la producción

BUTACO

Número de trabajos: 4

Número de máquinas: 9

Número de operaciones máximas: 6

Máquinas:

- 1 Sierra
- 2 Planeador
- 3 Sin fin
- 4 Taladro de árbol
- 5 Pulidora
- 6 Torno
- 7 Lijadora de banco 1
- 8 Lijadora de banco 2
- 9 Ruteadora

Datos para programación de la producción del butaco con tiempos totales.

	Operación 1	Operació n 2	Operació n 3	Operació n 4	Operació n 5	Operació n 6
Trabajo 1	494/1	91/2	132/3	270/4	232/7	3/9
Trabajo 2	1287/1	532/2	225/3	283/4	133/5	3/9
Trabajo 3	1899/1	267/2	103/4	338/6	92/8	
Trabajo 4	929/1	548/2	267/4	797/6	332/8	

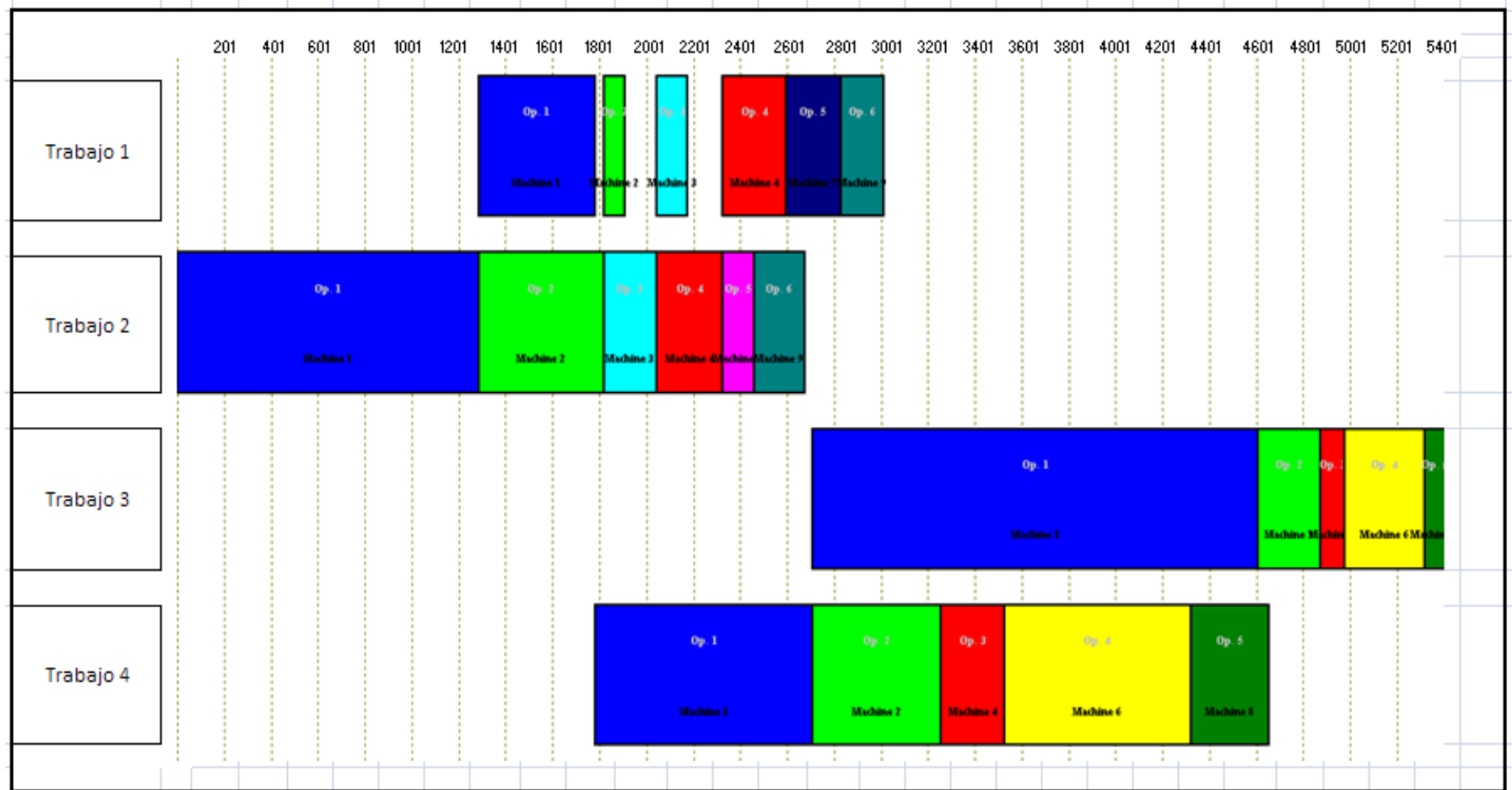
Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Resultados para programación de la producción del butaco con tiempos totales

	Trabajo	Operación	En la máquina	Proceso	Tiempo de inicio	Tiempo final
1	Trabajo 1	1	Máquina 1	494	1287	1781
2	Trabajo 1	2	Máquina 2	91	1819	1910
3	Trabajo 1	3	Máquina 3	132	2044	2176
4	Trabajo 1	4	Máquina 4	270	2327	2597
5	Trabajo 1	5	Máquina 7	232	2597	2829
6	Trabajo 1	6	Máquina 9	183	2829	3012
7	Trabajo 2	1	Máquina 1	1287	0	1287
8	Trabajo 2	2	Máquina 2	532	1287	1819
9	Trabajo 2	3	Máquina 3	225	1819	2044
10	Trabajo 2	4	Máquina 4	283	2044	2327
11	Trabajo 2	5	Máquina 5	133	2327	2460
12	Trabajo 2	6	Máquina 9	216	2460	2676
13	Trabajo 3	1	Máquina 1	1899	2710	4609
14	Trabajo 3	2	Máquina 2	267	4609	4876
15	Trabajo 3	3	Máquina 4	103	4876	4979
16	Trabajo 3	4	Máquina 6	338	4979	5317
17	Trabajo 3	5	Máquina 8	92	5317	5409
18	Trabajo 4	1	Máquina 1	929	1781	2710
19	Trabajo 4	2	Máquina 2	548	2710	3258
20	Trabajo 4	3	Máquina 4	267	3258	3525
21	Trabajo 4	4	Máquina 6	797	3525	4322
22	Trabajo 4	5	Máquina 8	332	4322	4654

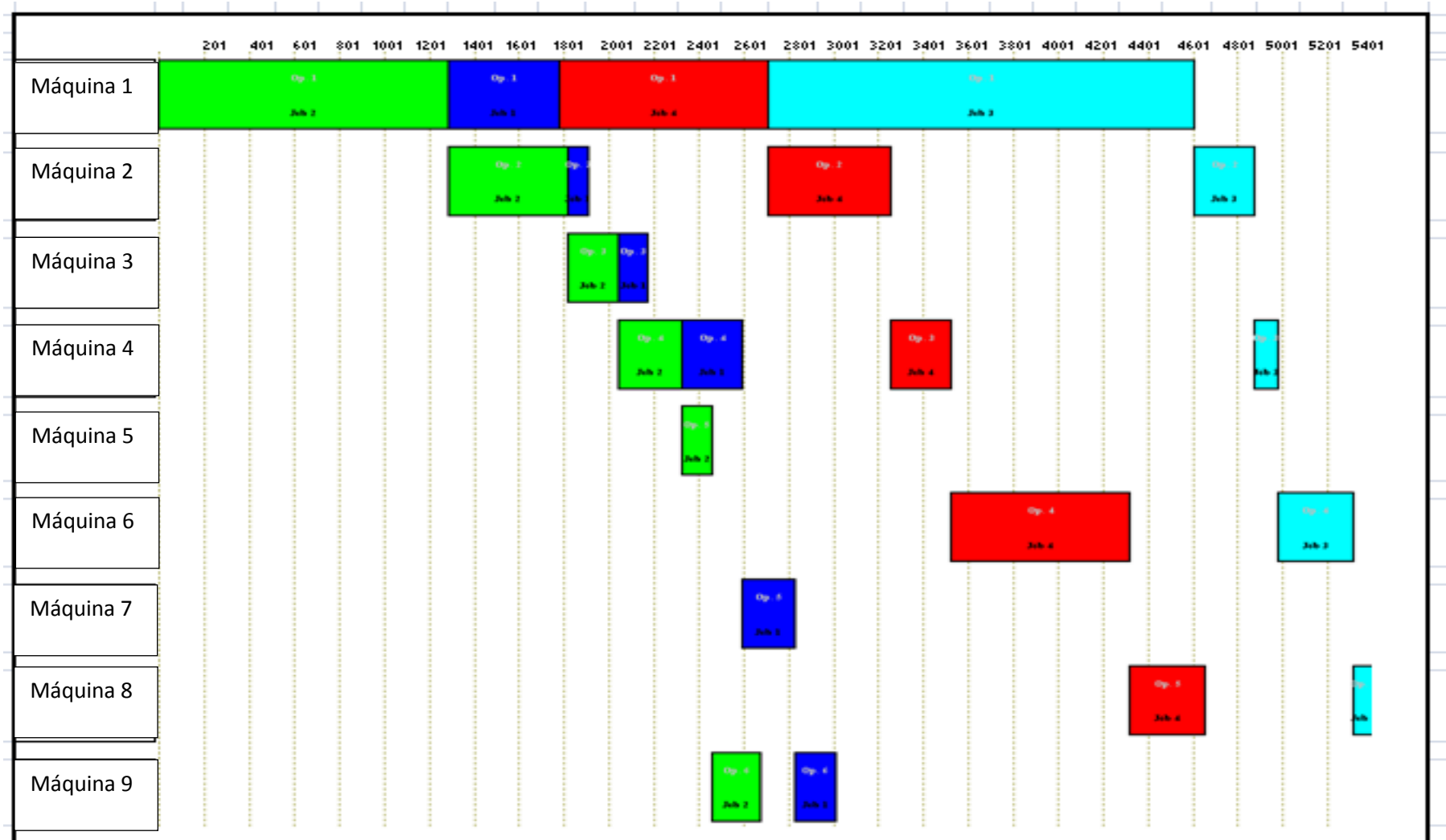
Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Diagrama por trabajo para programación de la producción del butaco con tiempos totales



Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Diagrama por máquina para programación de la producción del Butaco con tiempos totales



Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Taburete

Número de trabajos: 4

Número de máquinas: 6

Número de operaciones máximas: 4

1. Sierra
2. Planeadora
3. Sin fin
4. Taladro de árbol
5. Pulidora
6. Lijadora de banco

Datos para programación de la producción del taburete con tiempos totales.

	Operación 1	Operación 2	Operación 3	Operación 4
Trabajo 1	2001 /1	157/2	254/3	419/6
Trabajo 2	182/1	180/3	179/5	
Trabajo 3	336/1	257/2	166/4	390/6
Trabajo 4	3422/1	185/4	677/6	

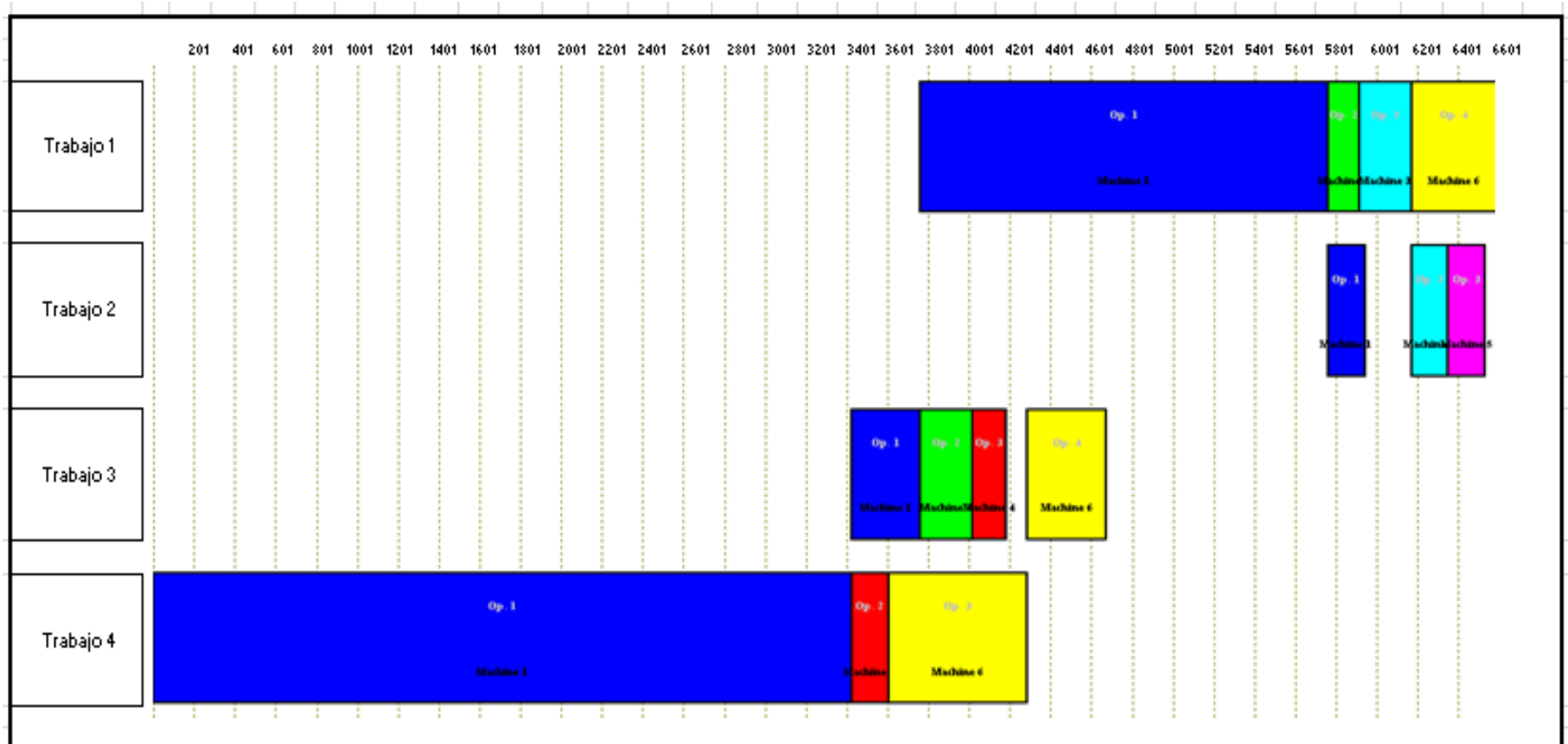
Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Resultados para programación de la producción del Taburete con tiempos totales.

	Trabajo	Operación	En la Máquina	Tiempo del proceso	Tiempo de inicio	Tiempo final
1	Trabajo 1	1	Máquina 1	2001	3758	5759
2	Trabajo 1	2	Máquina 2	157	5759	5916
3	Trabajo 1	3	Máquina 3	254	5916	6170
4	Trabajo 1	4	Máquina 6	419	6170	6589
5	Trabajo 2	1	Máquina 1	182	5759	5941
6	Trabajo 2	2	Máquina 3	180	6170	6350
7	Trabajo 2	3	Máquina 5	179	6350	6529
8	Trabajo 3	1	Máquina 1	336	3422	3758
9	Trabajo 3	2	Máquina 2	257	3758	4015
10	Trabajo 3	3	Máquina 4	166	4015	4181
11	Trabajo 3	4	Máquina 6	390	4284	4674
12	Trabajo 4	1	Máquina 1	3422	0	3422
13	Trabajo 4	2	Máquina 4	185	3422	3607
14	Trabajo 4	3	Máquina 6	677	3607	4284

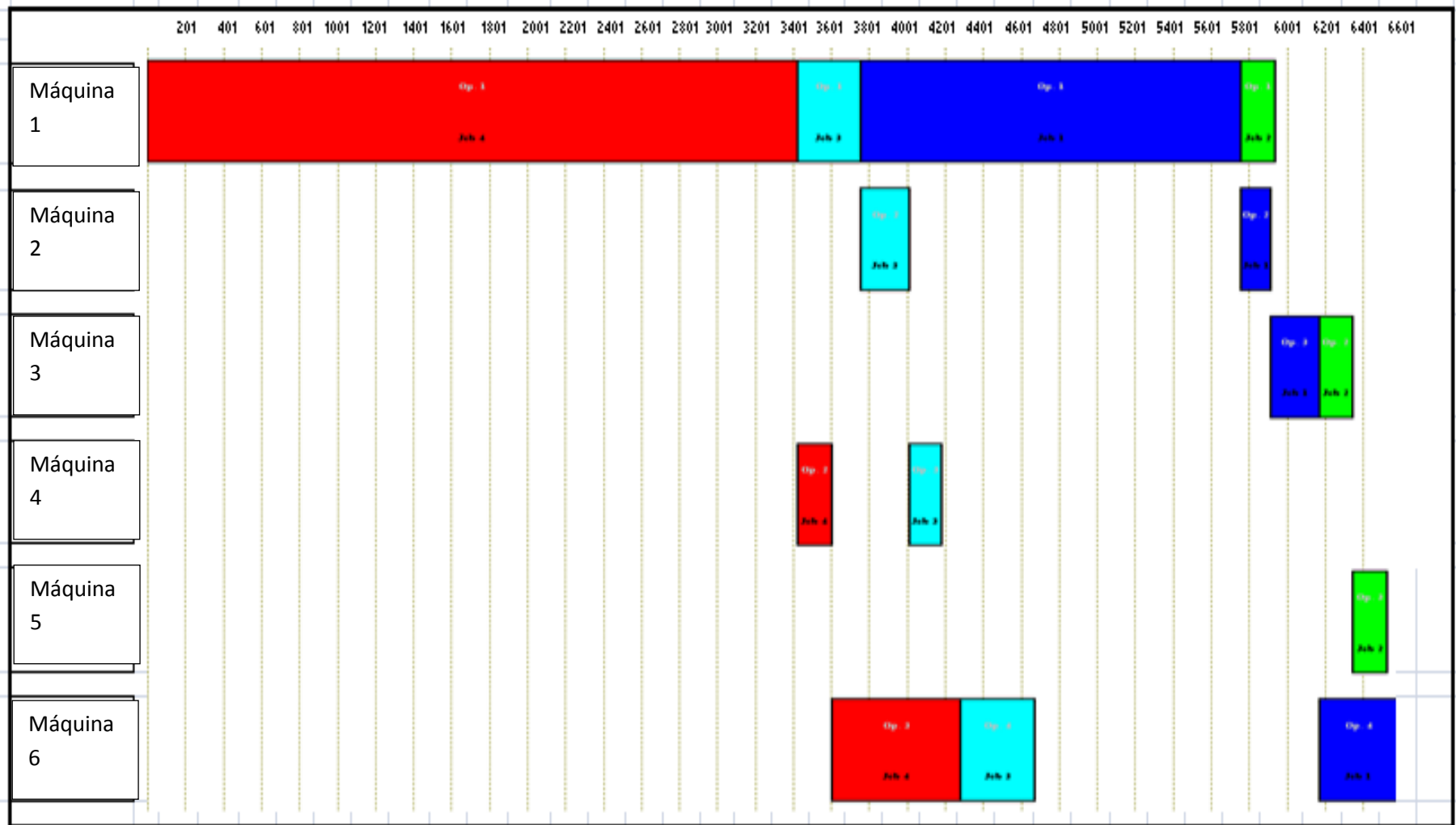
Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012.

Diagrama por trabajo para programación de la producción del taburete con tiempos totales



Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Diagrama por máquina para programación de la producción del taburete con tiempos totales.



Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Datos suministrados al programa para programación simultánea con tiempos para el total de la producción

Número de trabajos: 8

Número de máquinas: 9

Número de operaciones máximas: 6

Máquinas:

1. Sierra
2. Planeadora
3. Sin fin
4. Taladro de árbol
5. Pulidora
6. Torno
7. Lijadora de banco 1
8. Lijadora de banco 2
9. Ruteadora

Datos para programación simultánea con tiempos totales

	Operació n 1	Operació n 2	Operació n 3	Operació n 4	Operació n 5	Operació n 6
Trabajo 1	494/1	91/2	132/3	270/4	232/7	183/9
Trabajo 2	1287/1	532/2	225/3	283/4	133/5	216/9
Trabajo 3	1899/1	267/2	103/4	338/6	92/8	
Trabajo 4	929/1	548/2	267/4	797/6	332/8	
Trabajo 5	2001 /1	157/2	254/3	419/6		
Trabajo 6	182/1	180/3	179/5			
Trabajo 7	336/1	257/2	166/4	390/6		
Trabajo 8	3422/1	185/4	677/6			

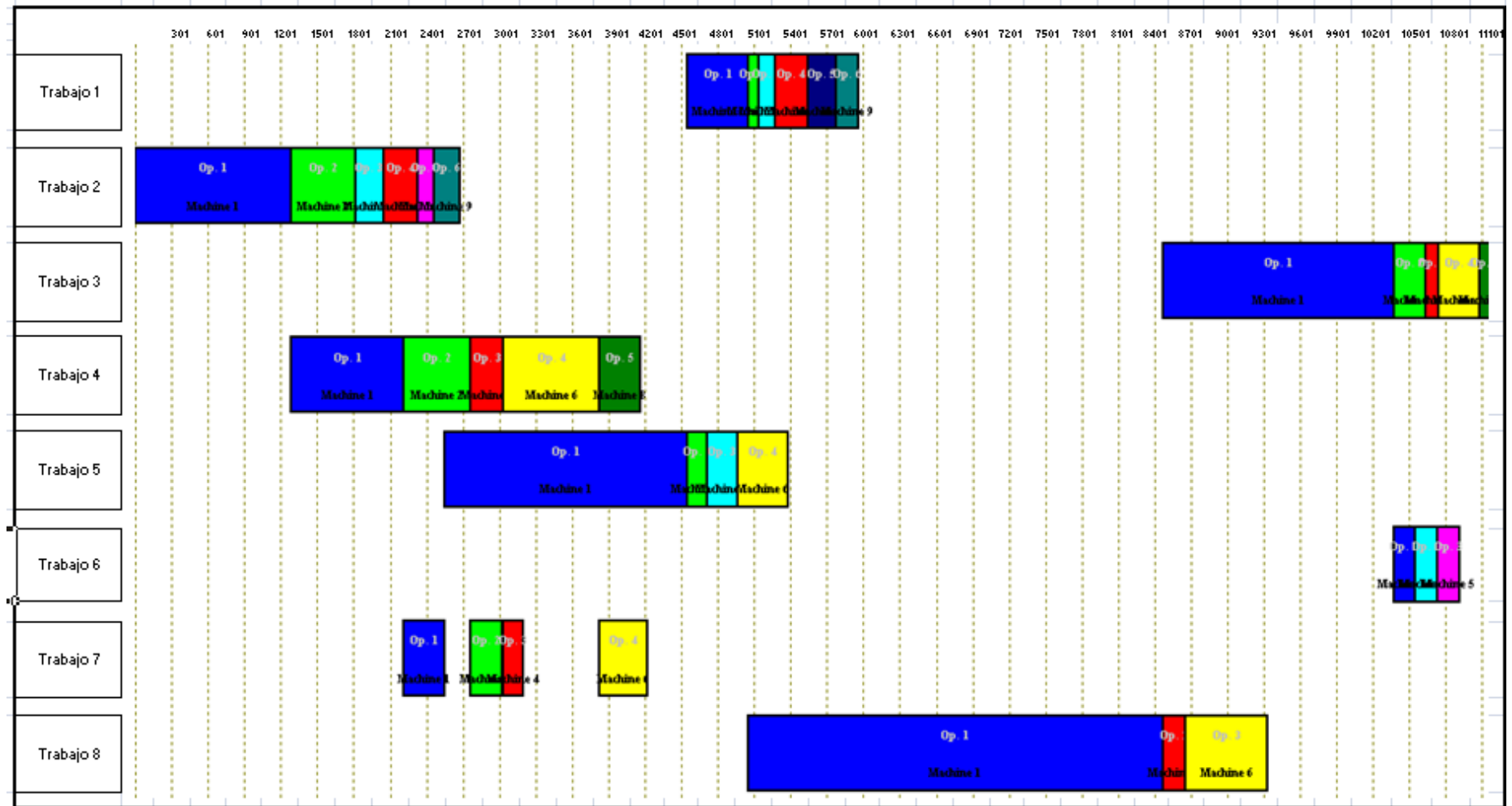
Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Resultados para programación simultánea con tiempos totales

	Trabajo	Operación	En la Máquina	Tiempo del proceso	Tiempo de inicio	Tiempo final
1	Trabajo 1	1	Máquina 1	494	4553	5047
2	Trabajo 1	2	Máquina 2	91	5047	5138
3	Trabajo 1	3	Máquina 3	132	5138	5270
4	Trabajo 1	4	Máquina 4	270	5270	5540
5	Trabajo 1	5	Máquina 7	232	5540	5772
6	Trabajo 1	6	Máquina 9	183	5772	5955
7	Trabajo 2	1	Máquina 1	1287	0	1287
8	Trabajo 2	2	Máquina 2	532	1287	1819
9	Trabajo 2	3	Máquina 3	225	1819	2044
10	Trabajo 2	4	Máquina 4	283	2044	2327
11	Trabajo 2	5	Máquina 5	133	2327	2460
12	Trabajo 2	6	Máquina 9	216	2460	2676
13	Trabajo 3	1	Máquina 1	1899	8469	10368
14	Trabajo 3	2	Máquina 2	267	10368	10635
15	Trabajo 3	3	Máquina 4	103	10635	10738
16	Trabajo 3	4	Máquina 6	338	10738	11076
17	Trabajo 3	5	Máquina 8	92	11076	11168
18	Trabajo 4	1	Máquina 1	929	1287	2216
19	Trabajo 4	2	Máquina 2	548	2216	2764
20	Trabajo 4	3	Máquina 4	267	2764	3031
21	Trabajo 4	4	Máquina 6	797	3031	3828
22	Trabajo 4	5	Máquina 8	332	3828	4160
23	Trabajo 5	1	Máquina 1	2001	2552	4553
24	Trabajo 5	2	Máquina 2	157	4553	4710
25	Trabajo 5	3	Máquina 3	254	4710	4964
26	Trabajo 5	4	Máquina 8	419	4964	5383
27	Trabajo 6	1	Máquina 1	182	10368	10550
28	Trabajo 6	2	Máquina 3	180	10550	10730
29	Trabajo 6	3	Máquina 5	179	10730	10909
30	Trabajo 7	1	Máquina 1	336	2216	2552
31	Trabajo 7	2	Máquina 2	257	2764	3021
32	Trabajo 7	3	Máquina 4	166	3031	3197
33	Trabajo 7	4	Máquina 8	390	3828	4218
34	Trabajo 8	1	Máquina 1	3422	5047	8469
35	Trabajo 8	2	Máquina 4	185	8469	8654
36	Trabajo 8	3	Máquina 8	677	8654	9331

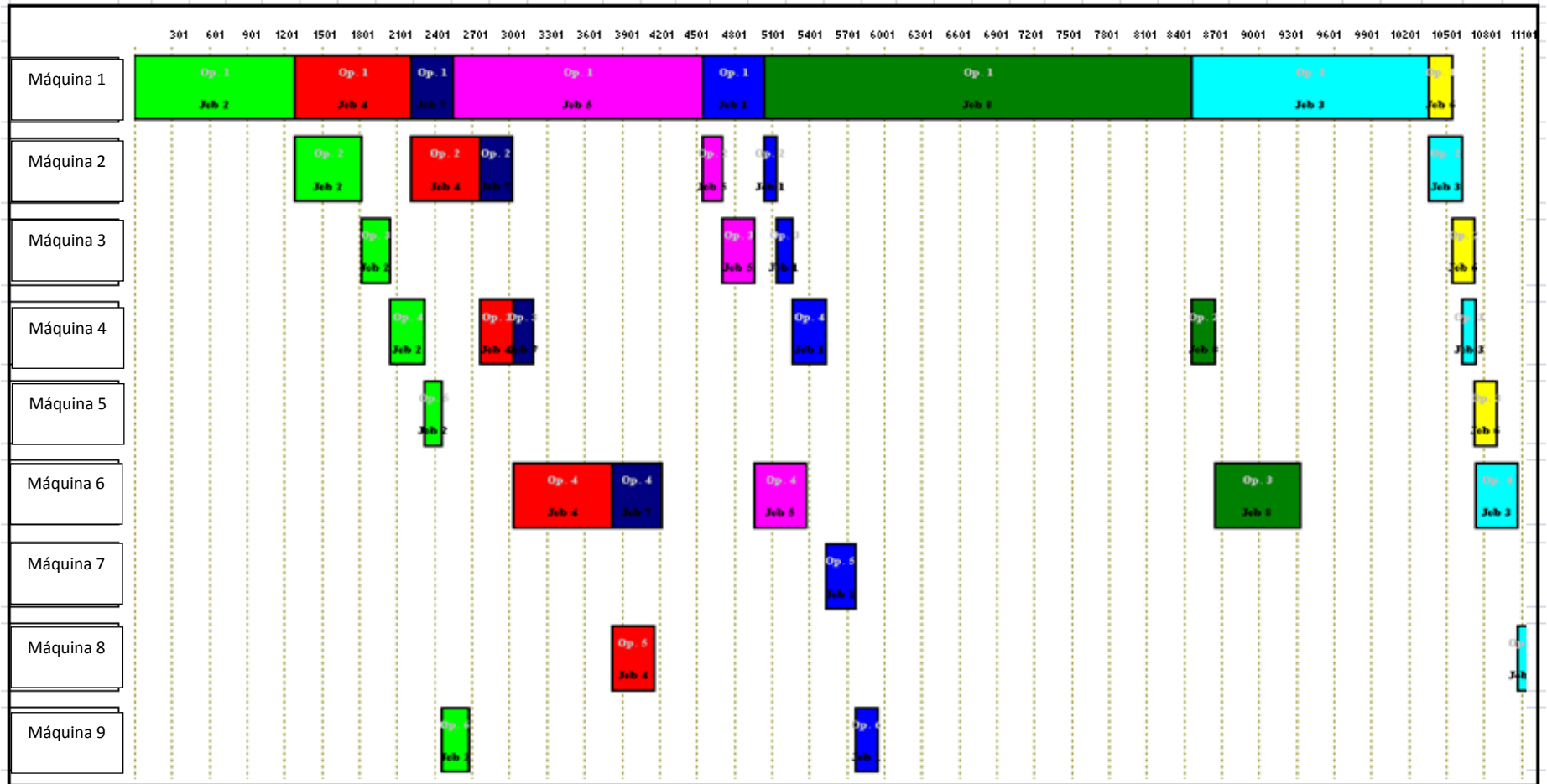
Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Diagrama por trabajo para programación simultánea con tiempos totales



Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Diagrama por máquina para programación simultánea con tiempos totales



Fuente: Resultados obtenidos programa WinQSB. 2012

Anexos H. Reporte control.

Reporte mes 2 del Butaco

Empresa	Mahe-muebles	
Reporte de trabajo N°		
Operario	Antonio pico y José leal	2
Producto	Butaco Lápiz	
Operaciones	N cantidad	
Operaciones realizadas		
Butaco	186	
Parte superior	186	
Copete	186	
Madera pino	372	
Soporte 1	186	
Madera pino	186	
Parte inferior	186	
Asiento	186	
Madera pino	558	
Tornillos	558	
Soporte 2	186	
Madera pino	372	

Fuente: Autores 2012.

Reporte mes 3 del Butaco

Empresa	Mahe-muebles	
Reporte de trabajo N°		
Operario	Antonio pico y José leal	3
Producto	Butaco Lápiz	
Operaciones	N cantidad	
Operaciones realizadas		
Butaco	102	
Parte superior	102	
Copete	102	
Madera pino	204	
Soporte 1	102	
Madera pino	102	
Parte inferior	102	
Asiento	102	
Madera pino	306	
Tornillos	306	
Soporte 2	102	
Madera pino	204	

Fuente: Autores 2012.

Reporte mes 4 del Butaco

Empresa	Mahe-muebles	
Reporte de trabajo N°		
Operario	Antonio pico y José leal	4
Producto	Butaco Lápiz	
Operaciones	N cantidad	
Operaciones realizadas		
Butaco	180	
Parte superior	180	
Copete	180	
Madera pino	360	
Soporte 1	180	
Madera pino	180	
Parte inferior	180	
Asiento	180	
Madera pino	540	
Tornillos	540	
Soporte 2	180	
Madera pino	360	

Fuente: Autores 2012.

Reporte mes 5 del Butaco

Empresa	Mahe-muebles	
Reporte de trabajo N°		
Operario	Antonio pico y José leal	5
Producto	Butaco Lápiz	
Operaciones	N cantidad	
Operaciones realizadas		
Butaco	100	
Parte superior	100	
Copete	100	
Madera pino	200	
Soporte 1	100	
Madera pino	100	
Parte inferior	100	
Asiento	100	
Madera pino	300	
Tornillos	300	
Soporte 2	100	
Madera pino	200	

Fuente: Autores 2012.

Reporte mes 2 del Taburete

Empresa	Mahe-muebles	
Reporte de trabajo N°		
Operario	Pablo Leal y Andrés González	2
Producto	Taburete	
	Operaciones	N cantidad
	Taburete	80
	Parte Trasera	80
	Cuerpo	80
	Madera pino	80
	Soportes 1	80
	Madera pino	80
	Asiento	80
	Madera pino	160
	Tornillos	320
	Parte trasera	80
	Soportes 2	80
	Madera pino	80
	Soportes 3	80
	Madera pino	80

Fuente: Autores 2012

Reporte mes 3 del Taburete

Empresa	Mahe-muebles	
Reporte de trabajo N°		
Operario	Pablo Leal Andrés González	3
Producto	Taburete	
Operaciones		N cantidad
Taburete		124
Parte Trasera		124
Cuerpo		124
Madera pino		124
Soportes 1		124
Madera pino		124
Asiento		124
Madera pino		248
Tornillos		496
Parte trasera		124
Soportes 2		124
Madera pino		124
Soportes 3		124
Madera pino		124

Fuente: Autores 2012

Reporte mes 4 del Taburete

Empresa	Mahe-muebles	
Reporte de trabajo N°		
Operario	Pablo Leal y Andrés González	4
Producto	Taburete	
Operaciones	N cantidad	
Taburete	50	
Parte Trasera	50	
Cuerpo	50	
Madera pino	50	
Soportes 1	50	
Madera pino	50	
Asiento	50	
Madera pino	100	
Tornillos	200	
Parte trasera	50	
Soportes 2	50	
Madera pino	50	
Soportes 3	50	
Madera pino	50	

Fuente: Autores 2012.

Reporte mes 4 del Taburete

Empresa	Mahe-muebles	
Reporte de trabajo N°		
Operario	Pablo Leal y Andrés González	5
Producto	Taburete	
Operaciones	N cantidad	
Taburete	106	
Parte Trasera	106	
Cuerpo	106	
Madera pino	106	
Soportes 1	106	
Madera pino	106	
Asiento	106	
Madera pino	212	
Tornillos	424	
Parte trasera	106	
Soportes 2	106	
Madera pino	106	
Soportes 3	106	
Madera pino	106	

Fuente: Autores 2012

Anexos I. Carta de los estudiantes dirigida al Comité de Proyectos

Anexos J. Carta de aceptación de la empresa

Anexos K. Carta de aceptación de responsabilidad del Director del Proyecto de Grado